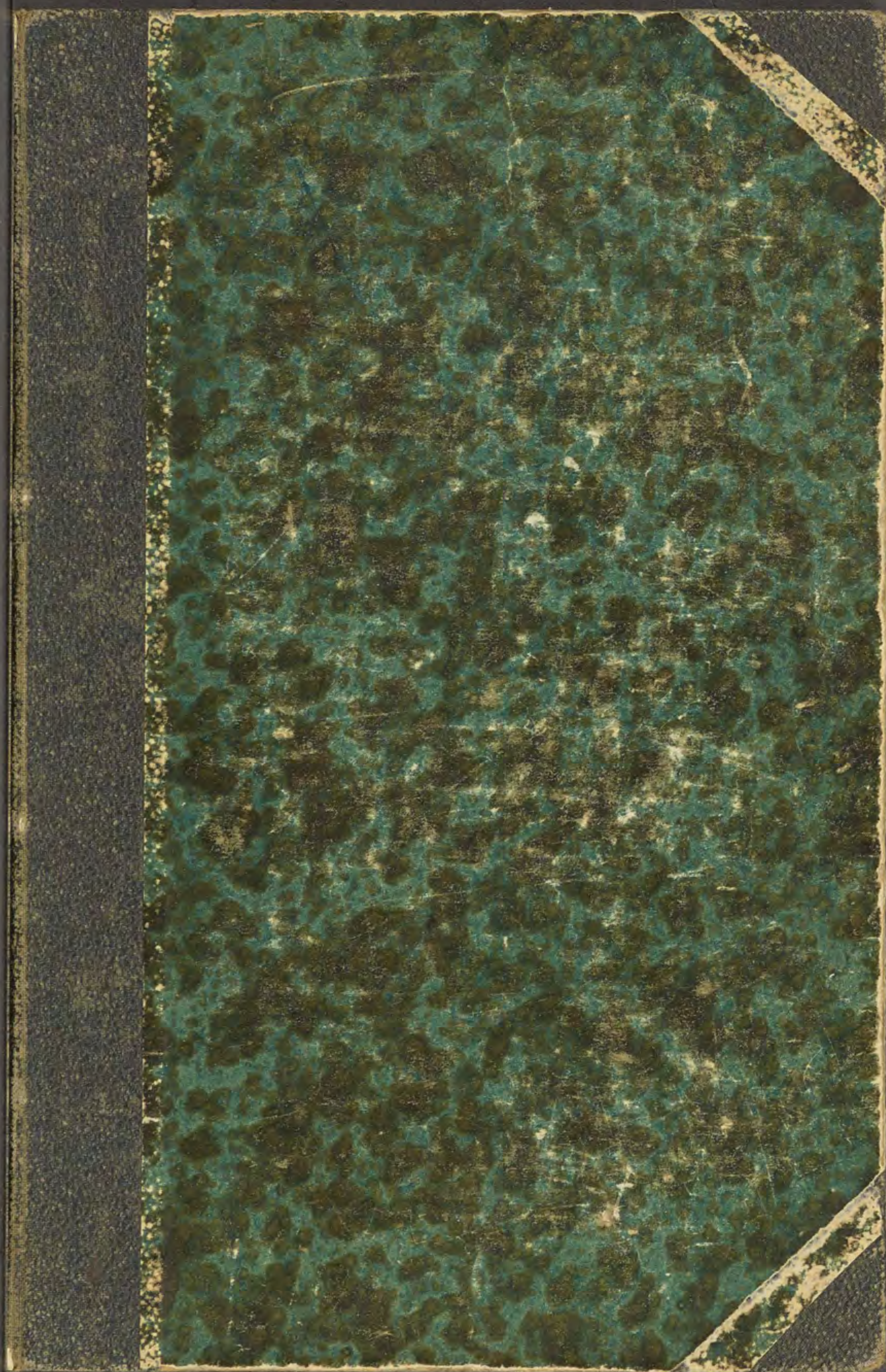



MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
OF·GEMS·& GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
EX LIBRIS
JOHN SINKANKAS

#117

8

C. F. Stoel.

LEITFADEN

DER

MINERALOGIE UND GEOLOGIE

FÜR DIE

OBEREN KLASSEN AN MITTELSCHULEN.

VON

DR. F. v. HOCHSTETTER,
K. K. HOFRATH, ORD. PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN,

UND

DR. A. BISCHING,
PROFESSOR AN DER WIEDNER COMMUNAL-OBERREALSCHULE IN WIEN.

MIT 146 IM TEXTE EINGEDRUCKTEN ORIGINALHOLZSCHNITTEN.

Marjorie Sirkankas Donation

8/04

WIEN 1876.

ALFRED HÖLDER,
K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Vorwort.

In dem vorliegenden Leitfaden der Mineralogie und Geologie haben wir uns die Aufgabe gestellt, den Hauptinhalt dieser Wissenschaften in klarer und bündiger Weise mit specieller Rücksicht auf das Lehrziel der oberen Classen der Mittelschulen zu behandeln. Es schien uns von Wichtigkeit, in der Darstellung den Rahmen der grossen und ganzen Wissenschaft beizubehalten, den Stoff aber durchaus auf dasjenige zu beschränken, was der Schüler auch wirklich zu bewältigen im Stande ist.

Der Lehrer wird das zur Illustration und etwaigen weiteren Ausführung einzelner Partien des geologischen Theiles Nothwendige in der Geologie von Franz Ritter v. Hauer (Wien 1875), in der Allgemeinen Erdkunde von

Hann, v. Hochstetter und Pokorny (2. Auflage, Prag 1875), und in den Geologischen Bildern der Vorwelt und der Jetztwelt von F. v. Hochstetter (Esslingen 1873) finden. Auf diese Werke erlauben wir uns daher besonders hinzuweisen.

v. Hochstetter. Bisching.

Inhalt.

I. Theil. Mineralogie.

II. Theil. Geologie.

I. Theil.

Mineralogie.

Einleitung.

Mineralien[1]) sind unorganische, feste, selten flüssige, im Innern gleichartige (homogene) Naturkörper, welche weder durch den Lebensprocess organischer Wesen noch durch menschliche Willkür entstanden sind.

Mineralogie[2]) ist derjenige Theil der Naturgeschichte, welcher sich mit der wissenschaftlichen Kenntnis der Mineralien beschäftigt.

Anhangsweise werden in die Mineralogie auch einige auf organischem Wege entstandene, mehr oder weniger mineralisirte Substanzen wie Kohlen, Harze, Petroleum u. dgl. aufgenommen.

Alle dem Pflanzen- und Thierreiche entstammenden Ueberreste, welche sich in der Erdrinde eingelagert vorfinden, heissen Fossilien[3]) oder Petrefacten[4]) (Versteinerungen). Die Lehre von denselben heisst Palaeontologie.[5])

Gesteine oder Felsarten sind solche Mineralien und Mineralgemenge, welche einen wesentlichen Bestandtheil unserer Erde ausmachen. Sie sind Gegenstand der Petrographie[6]), welche wie die Palaeontologie ein Zweig der Geologie (Lehre von der Zusammensetzung und Bildung der Erde) ist.

Der bei weitem grösste Theil der Mineralien tritt in der Form von Krystallen auf.

Krystall[7]) heisst ein Mineral, welches von ursprünglichen mehr oder weniger ebenen Flächen regelmässig oder symmetrisch begrenzt ist und dessen physikalische Beschaffenheit (Cohärenzverhältnisse, optische Eigenschaften u. a.) in wesentlichem Zusammenhange mit seinen Formverhältnissen steht.

---

[1]) neulat. *mina*, Bergwerk, Erzgrube. [2]) gr. *logos*, Rede, wissenschaftliche Untersuchung, Wissenschaft. [3]) lat. *fossa*, Grube. — Früher pflegte man die Mineralien Fossilien zu nennen. [4]) gr. *pĕtra*, Stein, Fels; lat. *făcio*, ich mache. [5]) gr. *palaiós*, vormalig; *on*, das Wesen. [6]) gr. *grapho*, ich schreibe auf, beschreibe. [7]) gr. *krýstallos*, Eis, Bergkrystall.

Ein vollständig ausgebildeter Krystall ist das vollkommene Individuum (Einzelwesen) des Mineralreiches.

Eine vollständige Ausbildung der Krystallform ist bei den Mineral-Individuen selten, gewöhnlich sind dieselben in grosser Anzahl eng aneinander entwickelt, d. h. dem Gesetze der Aggregation (Aneinanderhäufung) unterworfen. In diesem Falle können die Individuen entweder nur eine theilweise oder auch gar keine freie Formausbildung (Krystallform) annehmen. Die einzelnen Individuen sind dann von ganz zufälligen, regellosen Contactflächen [1]) begrenzt, welche in gar keiner Beziehung zur Krystallform stehen, obwohl ihre Krystall-Individualität in dem inneren Zusammenhange ihrer physikalischen Eigenschaften vorhanden bleibt.

Solche Bildungen heissen krystallinische Aggregate. Sind die Individuen der Zusammensetzung deutlich sichtbar, so ist das Aggregat makromorph [2]); sind die Individuen klein, so hat man ein mikro- [3]) oder ein kryptomorphes [4]) Aggregat. Im letzteren Falle nennt man das Mineral auch dicht.

Zusammengesetzte Mineralien ohne bestimmbare Form und deutliche Zusammensetzung heisst man im allgemeinen derbe Mineralien.

Amorphe [5]) Mineralien sind solche, denen jede Gesetzmässigkeit in ihren morphologischen (auf die Form sich beziehenden) sowie in ihren physikalischen Eigenschaften fehlt (Opal, Obsidian).

---

[1]) lat. *contactus*, Berührung. [2]) gr. *makrós*, gross; *morphe*, Gestalt. [3]) gr. *mikrós*, klein. [4]) gr. *kryptós*, verborgen. [5]) gr. *a*, nicht.

I. Abtheilung.

Terminologie[1]) oder Kennzeichenlehre.

A) Mineral-Morphologie

oder die

Lehre von den Formverhältnissen der Mineralien.

a) Krystallographie.

Die Krystallographie ist die Morphologie der Krystalle. Um die Gesetzmässigkeit der Krystallformen klar zu erkennen und darzustellen, soll vorläufig von allen Störungen abgesehen werden, denen die Krystalle in der Natur unterliegen, und die Krystallbildung in ihrer grössten Vollkommenheit und Regelmässigkeit vorausgesetzt werden.

Da das Individuum in der Mineralogie an keine bestimmte Wachsthumsgrösse gebunden ist, so soll hier gleich bemerkt werden, dass die Grösse der Krystallformen in der Krystallographie nicht in Betrachtung kommt, sondern einzig und allein die durch die gegenseitige Lage der Flächen bedingte Form. Eine parallele Verschiebung der Krystallflächen alterirt daher nicht das Wesentliche des Krystalls.

Die Krystallformen sind polyëdrische[2]) Gestalten, welche von ebenen Flächen, geraden Kanten und von Ecken begrenzt sind.

Unter Grösse einer Kante (Kantenwinkel) versteht man den Neigungswinkel, welchen ihre beiden Ebenen mit einander bilden.

Die Instrumente zur Bestimmung des Neigungswinkels zweier Krystallebenen nennt man Goniometer (Winkelmessinstrument).[3])

Sind die Krystallflächen alle gleich, so ist die Krystallgestalt eine einfache; sind jedoch diese Flächen verschieden, so heisst sie eine zusammengesetzte Krystallgestalt oder eine Krystall-Combination.

---

[1]) lat. *terminus*, Grenze; neulat. Wort, Bezeichnung. [2]) gr. *polýedros*, vieleckig. [3]) gr. *gonía*, Winkel; *mêtron*, Werkzeug zum Messen.

Sämmtliche (einfache und zusammengesetzte) Krystallgestalten lassen sich nach ihren Symmetrieverhältnissen in sechs Gruppen oder Krystallsysteme einreihen.

Allen Gestalten eines und desselben Krystallsystems wird ein bestimmtes Axensystem zu Grunde gelegt. Diese Axen sollen so gedacht werden, dass sie durch den Mittelpunkt der Krystallgestalt gehen und zwei correlate Punkte (gegenseitige Ecken, Mittelpunkte von Flächen, Halbirungspunkte oder andere Punkte von Kanten) derselben verbinden.

Jede Krystallgestalt muss zum Behufe ihrer Betrachtung so aufgestellt werden, dass eine ihrer Axen, Hauptaxe genannt, vertikal zu stehen kommt.

Jedes Axensystem bedingt gewisse, die Krystallgestalten charakterisirende Symmetrieverhältnisse. Die Krystallflächen können durch die Abschnitte, Parameter[1]) genannt, bestimmt werden, welche diese Flächen mit den Krystallaxen bilden.

Alle Gestalten eines und desselben Systems bezieht man auf eine sogenannte Grundgestalt, d. i. diejenige Gestalt, deren Flächen durch die Endpunkte des Axensystems gehen.

Die Methode, nach welcher aus der Grundgestalt die übrigen Krystallgestalten entwickelt werden, heisst die Ableitung. Die Axen der abgeleiteten Gestalten stehen zu den gleichnamigen Axen der Grundgestalt immer in rationalem Verhältnisse. Es ist dies das Gesetz der rationalen Axenverhältnisse. Das Verhältnis der Axenlängen der Grundgestalt kann rational oder irrational sein. Die Axenlängen der Grundgestalt werden für die abgeleiteten Gestalten als Einheit angenommen.

Zu Combinationen verbinden sich nur die Gestalten eines und desselben Systems und stets nur in der Stellung, wie sie durch die Ableitung oder Zerlegung erhalten werden, d. i. mit parallelem Axensysteme.

Unter Krystallreihe versteht man den Inbegriff aller an einer und derselben Mineralspecies vorkommenden Krystallformen. Die Grundform einer Krystallreihe ist eine Grundgestalt mit bestimmten Abmessungen.

Die Bezeichnung der sechs Krystallsysteme ist nach Naumann folgende:

1) Tesserales System.[2])
2) Tetragonales System.[3])
3) Rhombisches System.
4) Monoklinisches System.[4])
5) Triklinisches System.[5])
6) Hexagonales System.[6])

---

[1]) gr. *parametréo*, abmessen, vergleichen. [2]) gr. *tessera*, Würfel. [3]) gr. *tétra*, vier. [4]) gr. *mónos*, einzig, allein; *klino*, ich neige. [5]) gr. *treís*, *tria*, drei. [6]) gr. *héx*, sechs.

Den ersten fünf Systemen wird ein dreigliedriges, dem sechsten Systeme ein viergliedriges Axensystem zu Grunde gelegt.

1. **Tesserales System.** Alle tesseralen Gestalten lassen sich auf drei gleich lange, auf einander senkrecht stehende Axen (Fig. 1) beziehen. Die drei positiven Halbaxen werden mit a, a, a bezeichnet. In der Normalstellung steht die eine Axe vertikal (Hauptaxe), die zweite der Quere (Queraxe), die dritte der Länge nach (Längsaxe).

Fig. 1.

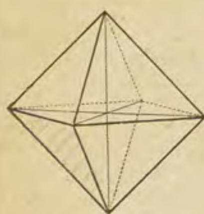


Der drei gleichen Axen halber, wovon jede in gleicher Weise als Hauptaxe dienen kann, heissen die tesseralen Gestalten auch vielaxige, zum Unterschiede von den Gestalten der übrigen Systeme, bei welchen immer nur eine Hauptaxe vorhanden ist, weshalb diese Gestalten einaxige genannt werden.

Tesserale Gestalten, welche nach den drei Axenrichtungen vollkommene Symmetrie besitzen, heissen holoëdrische (vollflächige oder plenotesserale)[1]) Gestalten. Es sind ihrer sieben.

1. Das Oktaëder (Fig. 2), dessen Flächen durch die Endpunkte der Axen gehen, somit die Grundgestalt des tesseralen Systems. Dasselbe ist von 8 gleichseitigen Dreiecken, 6 gleichen Ecken und 12 gleichen Kanten begrenzt. Der Kantenwinkel misst 109° 28′.

Fig. 2.



Das Oktaëder ist eine bestimmte Gestalt; das Parameterverhältnis ist a : a : a oder 1 : 1 : 1. Die Bezeichnung oder das Symbol[2]) des Oktaëders sei der Buchstabe O.

2. Das Rhomben-Dodekaëder[3]) oder das Granatoëder (Fig. 3) ist von 12 gleichen Rhomben, 8 dreiflächigen, 6 vierflächigen Ecken und 24 gleichen Kanten begrenzt, der Kantenwinkel hat 120°.

Fig. 3.



Diese bestimmte Gestalt hat das Parameterverhältnis 1 : 1 : ∞ d. h. jede Fläche des Granatoëders schneidet zwei Axen in gleicher Entfernung, wie es bei der Oktaëderfläche der Fall ist, die dritte Axe jedoch in unendlicher Entfernung, ist somit zu dieser Axe parallel.

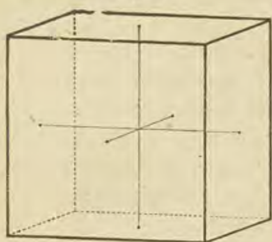
Die Bezeichnung des Granatoëders ist ∞O, d. h. zwei Parameter sind wie bei O, der dritte ist ∞.

---

[1]) gr. *hôlos*, ganz; lat. *plenus*, voll. [2]) gr. *symbolon*, Zeichen. [3]) gr. *dôdeka*, zwölf.

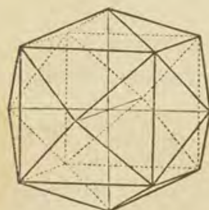
3. Das Hexaëder (Fig. 4) mit 6 gleichen Quadraten, 8 gleichen Ecken und 12 gleichen Kanten. Die Kante misst 90°. Die Bezeichnung des Hexaëders ist nach dessen Parameterverhältnis ∞ : 1 : ∞ mit Rücksicht auf die Grundgestalt O, gleich ∞O∞.

Fig. 4.



4. Das Tetrakishexaëder[1]) (Fig. 5) ist von 24 gleichschenkeligen Dreiecken, 8 sechsflächigen ungleichkantigen, 6 vierflächigen gleichkantigen Ecken und 36 Kanten begrenzt. 12 Kanten haben die Lage der Hexaëderkanten die anderen 24 liegen zu je 4 über den Flächen des eingeschriebenen Hexaëders.

Fig. 5.

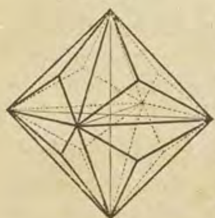


Jede Fläche schneidet die drei Axen im Verhältnis ∞ : 1 : n, wobei n nach dem Gesetze der rationalen Axenverhältnisse (s. S. 4) eine rationale Zahl und grösser als 1 ist, z. B. $^3/_2$, 2, 3. Die Bezeichnung der Gestalt ist ∞On.

Da n verschiedene Werthe haben kann, so folgt daraus, dass es beim Tetrakishexaëder verschiedene Varietäten gibt, welche einerseits, wenn n = 1 wird, in das Granatoëder und anderseits, wenn n = ∞ wird, in das Hexaëder übergehen.

5. Das Triakisoktaëder[2]) (Fig. 6) ist von 24 gleichschenkeligen Dreiecken, 8 dreiflächigen, gleichkantigen, 6 achtflächigen ungleichkantigen Ecken und 36 Kanten begrenzt. 12 Kanten haben die Lage der Oktaëderkanten, die andern 24 liegen zu je 3 über den Flächen des eingeschriebenen Oktaëders. Jede Fläche schneidet die drei Axen im Verhältnis m : 1 : 1; die Bezeichnung der Gestalt ist mO. Die Varietäten des Triakisoktaëders können, wenn m = 1 wird, in das Oktaëder und wenn m = ∞ wird, in das Granatoëder übergehen.

Fig. 6.



6. Das Ikositetraëder[3]) ist von 24 symmetrischen Trapezoiden[4]) (Deltoiden), 8 dreiflächigen gleichkantigen, 6 vierflächigen gleichkantigen, 12 vierflächigen ungleichkantigen Ecken und 48 Kanten zweierlei Art begrenzt.

Fig. 7.



Das Axenverhältnis ist m : 1 : m, die Bezeichnung der Gestalt mOm.

Die Varietäten gehen in das Oktaëder und in das Hexaëder über.

---

[1]) gr. *tetrákis*, viermal. [2]) gr. *triákis*, dreimal. [3]) gr. *eíkosi*, zwanzig. [4]) gr. *trápeza*, Tisch; *oid* bedeutet: von der Gestalt, ähnlich.

7. Das Hexakisoktaëder[1]) ist die allgemeinste Gestalt des tesseralen Systems. Dieselbe hat 48 ungleichseitige Dreiecke, 26 Ecken von dreierlei Art und 72 Kanten von dreierlei Art. Das Axenverhältnis ist m : 1 : n, die Bezeichnung der Gestalt mOn.

Fig 8.

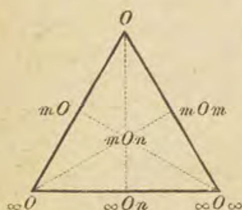


Das Hexakisoktaëder kann in alle übrigen tesseralen Gestalten übergehen.

Andere holoëdrische tesserale Gestalten sind nicht möglich.

Zur Uebersicht der Uebergänge und Verwandtschaften der 7 tesseralen, holoëdrischen Gestalten lassen sich dieselben in nebenstehendes trianguläres Schema (Fig. 9) bringen. Die Seiten des Dreiecks sind durch die Varietätenreihen der 24flächigen Gestalten besetzt, welche in die an den Ecken stehenden bestimmten Gestalten übergehen. Das Hexakisoktaëder mit seinen Varietäten nimmt die Mitte der Dreiecksfläche ein und kann in jede der in den Seiten des Dreiecks aufgestellten Gestalten übergehen.

Fig. 9.



Aus den vollflächigen tesseralen Gestalten lassen sich durch Ausdehnung der Hälfte der Flächen neue Formen ableiten, welche hemiëdrische[2]) (hälftflächige oder semitesserale)[3]) Gestalten heissen. Dieses Ableitungsverfahren nennt man die Zerlegung.

Jede vollflächige Gestalt lässt sich in zwei Hälften zerlegen, welche geometrisch gleich, jedoch in der Stellung ihrer Flächen verschieden sind. Sie haben dasselbe Axensystem, jedoch nicht dieselbe Symmeterie wie die vollflächigen Gestalten.

Tetraëdrische oder geneigtflächige Hälften erhält man durch Ausdehnung der in den abwechselnden Oktanten der vollflächigen Gestalt liegenden Flächen. Nach diesem Verfahren sind zerlegbar das Oktaëder, das Triakisoktaëder, das Ikositetraëder und das Hexakisoktaëder.

Das Oktaëder O (Fig. 10) zerfällt in zwei Tetraëder

Fig. 12.

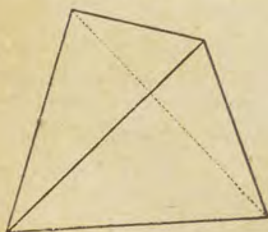


Fig. 10.

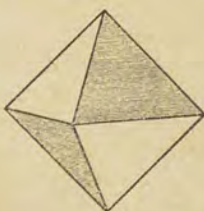


Fig. 11.



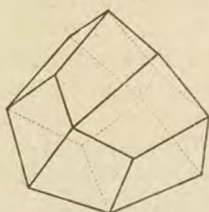
---

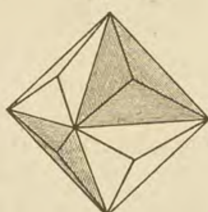
[1]) gr. *hexákis*, sechsmal. [2]) gr. *hemi*, halb. [3]) lat. *semi*, halb.

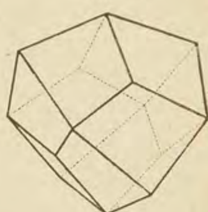
$\frac{O}{2}$ und $-\frac{O}{2}$[1] (Fig. 11 und 12). Das Tetraëder ist von 4 gleichseitigen Dreiecken, 6 gleichen Ecken und 6 gleichen Kanten begrenzt. Der Kantenwinkel beträgt 70° 32′.

Das Tetraëder kommt vor am Fahlerz und am Boracit.

Das Triakisoktaëder mO (Fig. 13) zerfällt in zwei Deltoiddodekaëder (Deltoëder)[2] $\frac{mO}{2}$ und $-\frac{mO}{2}$ (Fig. 14 und 15).


Fig. 15.

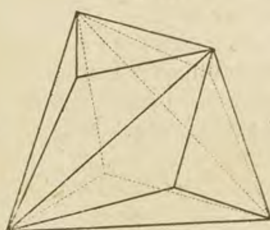

Fig. 13.

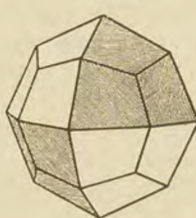

Fig. 14.

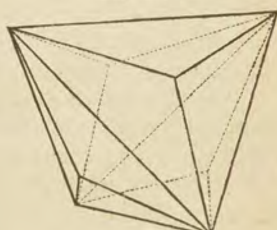
Das Deltoiddodekaëder hat 12 Deltoide, 8 dreiflächige gleichkantige, 6 vierflächige ungleichkantige Ecken und 24 Kanten zweierlei Art.

Am Fahlerz kommt die Varietät $\frac{{}^{3}/_{2}O}{2}$ vor.

Das Ikositetraëder mOm (Fig. 16) lässt sich in zwei Trigondodekaëder $\frac{mOm}{2}$ und $-\frac{mOm}{2}$ (Fig. 17 und 18) zerlegen.


Fig. 18.


Fig. 16.


Fig. 17.

Das Trigondodekaëder hat 12 gleichschenkelige Dreiecke, 4 dreiflächige gleichkantige, 4 sechsflächige ungleichkantige Ecken, 4 Kanten, welche die Lage der Tetraëderkanten haben, und 12 Kanten, welche zu je 3 über den Flächen des eingeschriebenen Tetraëders zu liegen kommen.

Am Fahlerz kommt $\frac{2O2}{2}$ vor.

---

[1] Es ist ganz einerlei, welche von den beiden Hälften als die positive angenommen wird. [2] gr. *Délta* Δ, D.

Das Hexakisoktaëder mOn (Fig. 19) zerfällt in zwei Hexakistetraëder $\frac{mOn}{2}$ und $-\frac{mOn}{2}$ (Fig. 20 und 21).

Fig. 21.

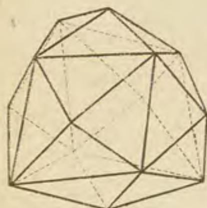
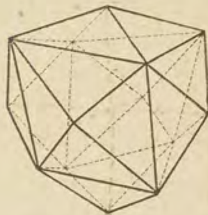


Fig. 19.



Fig. 20.



Diese Hälften haben 24 ungleichseitige Dreiecke, 14 Ecken und 36 Kanten.

$\frac{3O^3/_2}{2}$ kommt am Fahlerz, $\frac{5O^5/_3}{2}$ am Boracit vor.

Dodekaëdrische oder parallelflächige Hälften erhält man aus dem Tetrakishexaëder und dem Hexakisoktaëder. Denkt man sich am Tetrakishexaëder ∞On (Fig. 22) die abwechselnden Flä-

Fig. 24.

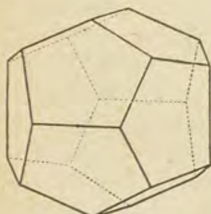


Fig. 22.

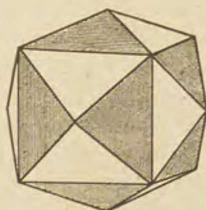
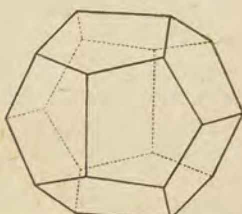


Fig. 23.



chen ausgedehnt, bis sie sich gegenseitig schneiden, so erhält man zwei Pentagondodekaëder[1]) oder Pyritoëder $\frac{\infty On}{2}$ und $-\frac{\infty On}{2}$ (Fig. 23 und 24). Das Pyritoëder hat 12 symmetrische Fünfecke, 8 dreiflächige gleichkantige, 12 dreiflächige ungleichkantige Ecken und 30 Kanten. Die Fünfecke sind symmetrische Polygone, bei welchen 4 Seiten gleich sind, die fünften ungleichen Seiten, grösser oder kleiner als die andern, haben die Lage der Hexaëderkanten.

$\frac{\infty O2}{2}$ kommt sehr häufig am Pyrit vor.

Lässt man am Hexakisoktaëder mOn (Fig. 25) die den Flächen des Tetrakishexaëders entsprechenden Flächenpaare sich ausdehnen,

---

[1]) gr. *pente*, fünf.

Fig. 27.

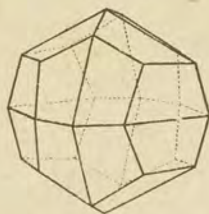


Fig. 25.

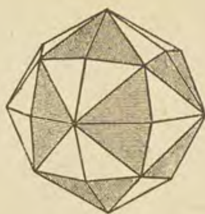
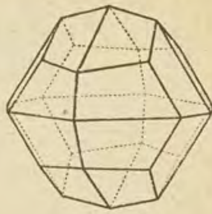


Fig. 26.



so erhält man zwei Dyakisdodekaëder[1]) oder gebrochene Pyritoëder $\left[\frac{mOn}{2}\right]$ und $-\left[\frac{mOn}{2}\right]$ (Fig. 26 und 27).

Diese Gestalten haben 24 Trapezoide (selten Trapeze), 26 Ecken und 48 Kanten. Die Trapezoide haben zwei gleiche Seiten, welche an den dreiflächigen gleichkantigen Ecken liegen. Die Klammern bei den Symbolen dienen zur Unterscheidung dieser Hälften von denen der tetraëdrischen Hemiedrie des Hexakisoktaëders.

$\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right]$, $\left[\frac{4O2}{2}\right]$ und $\left[\frac{5O^5/_3}{2}\right]$ kommen am Pyrit und Glanzkobalt vor.

Combinationen bestehen aus zwei, drei oder mehreren einfachen Gestalten desselben Systems mit paralleler Stellung des Axensystems der einfachen Gestalten (s. S. 4). Die Combinationsgestalt repräsentirt ein Individuum mit ungleichnamigen Flächen. Combinationskanten sind diejenigen Kanten, welche durch den Durchschnitt zweier ungleichnamigen Flächen entstehen. In den Combinationen erscheinen Kanten und Ecken der einfachen Gestalten abgestumpft oder die Kanten zugeschärft, die Ecken zugespitzt.

Der Habitus[2]) einer Combination wird bestimmt durch die in der Combination am meisten vorherrschende einfache Gestalt.

Es verbinden sich entweder nur holoëdrische Gestalten miteinander oder es treten neben diesen tetraëdrische oder dodekaëdrische Hälften hinzu (Charakter der tesseralen Combinationen). Nie kommen jedoch beide Arten von Hälften zusammen in einer tesseralen Combination vor.

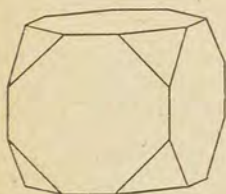
Eine Combination ist entwickelt und aufgelöst, wenn man alle einfachen Gestalten bestimmt hat, welche in der Combination enthalten sind, und wird bezeichnet, indem man die Symbole der einzelnen Gestalten (das Symbol der vorherrschenden Gestalt voran) hinter einander schreibt und durch Punkte trennt.

[1]) gr. *dyákis*, zweimal. [2]) lat. *habitus*, Haltung, Ansehen.

Zum Behufe der Auflösung einer Combination stellt man dieselbe normal und betrachtet die gleichen Flächen, welche ausgedehnt eine einfache Gestalt dieser Combination bilden. Die Zahl der gleichen Flächen, ihre Lage gegen das Axensystem, die Form, welche durch den Schnitt dieser gleichen Flächen beim Ausdehnen derselben sich ergibt, und die Lage der Combinationskanten sind wichtige Anhaltspunkte zur Bestimmung der Combination.

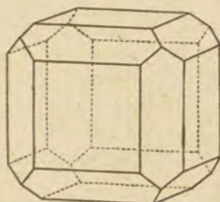
Beispiele holoëdrischer Combinationen:

Fig. 28.



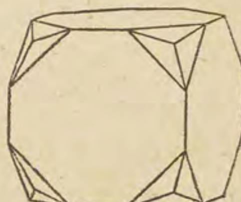
∞O∞ . O
(Bleiglanz, Fluss)

Fig. 29.



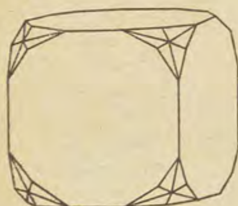
∞O∞ . ∞O
(Silberglanz, Kupfer)

Fig. 30.



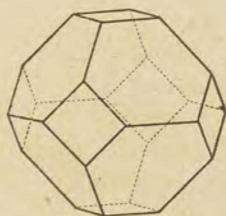
∞O∞ . 2O2
(Analcim, Fluss)

Fig. 31.



∞O∞ . 4O2
(Fluss)

Fig. 32.



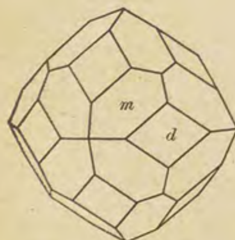
O . ∞O∞
(Bleiglanz, Fluss)

Fig. 33.



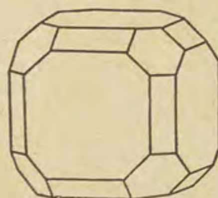
O . ∞O
(Rothkupfererz, Magneteisenstein)

Fig. 34.



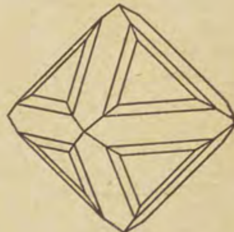
m *d*
2O2 . ∞O
(Granat)

Fig. 35.



∞O∞ . ∞O . O
(Gold)

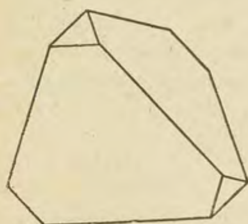
Fig. 36.



O . ∞O . 2O
(Rothkupfererz)

Combinationen mit geneigtflächigen Hälften:

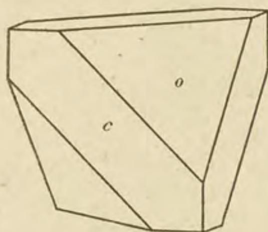
Fig. 37.



$\frac{O}{2} \cdot - \frac{O}{2}$

(Fahlerz)

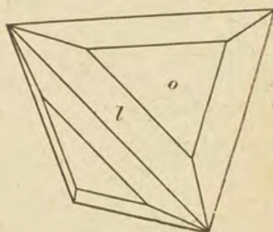
Fig. 38.



$\overset{o}{\frac{O}{2}} \cdot \overset{c}{\infty O \infty}$

(Fahlerz)

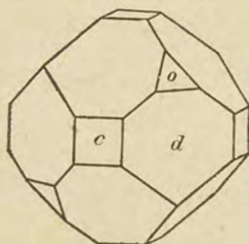
Fig. 39.



$\overset{o}{\frac{O}{2}} \cdot \overset{l}{\frac{2O2}{2}}$

(Fahlerz)

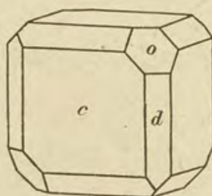
Fig. 40.



$\overset{d}{\infty O} \cdot \overset{c}{\infty O \infty} \cdot \overset{o}{\frac{O}{2}}$

(Boracit)

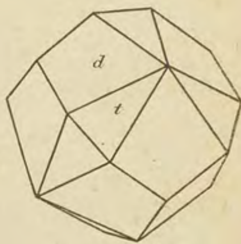
Fig 41.



$\overset{c}{\infty O \infty} \cdot \overset{d}{\infty O} \cdot \overset{o}{\frac{O}{2}}$

(Boracit)

Fig. 42.

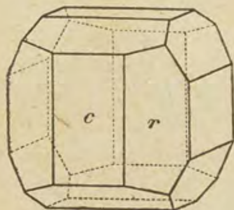


$\overset{d}{\infty O} \cdot \overset{t}{\frac{3O3}{2}}$

(Zinkblende)

Combinationen mit parallelflächigen Hälften:

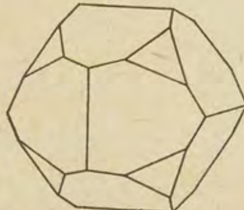
Fig. 43.



$\overset{c}{\infty O \infty} \cdot \overset{r}{\frac{\infty O2}{2}}$

(Pyrit)

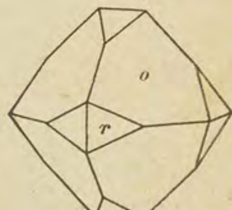
Fig. 44.



$\frac{\infty O2}{2} \cdot O$

(Pyrit)

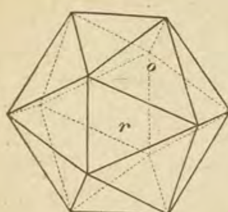
Fig. 45.



$\overset{o}{O} \cdot \overset{r}{\frac{\infty O2}{2}}$

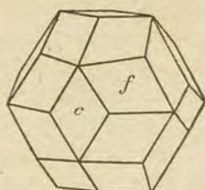
(Pyrit, Glanzkobalt)

Fig. 46.



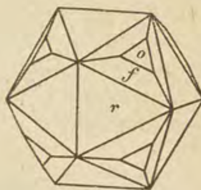
o r
O . $\frac{\infty O2}{2}$
(Glanzkobalt)

Fig. 47.



f c
$\left[\frac{3O^3/_2}{2}\right] \cdot \infty O \infty$
(Pyrit)

Fig. 48.

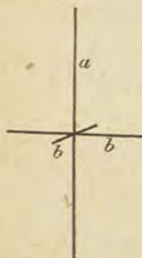


r f o
$\frac{\infty O2}{2} \cdot \left[\frac{3O^3/_2}{2}\right] \cdot O$
(Pyrit)

Tesseral vollflächig krystallisiren: Gold, Silber, Kupfer, Bleiglanz, Magneteisenstein, Fluss u. s. w.; Geneigtflächig hemiëdrisch: Fahlerz, Boracit, Zinkblende; parallelflächig hemiëdrisch: Pyrit, Kobaltin.

2. **Tetragonales System.** Dasselbe ist charakterisirt durch drei auf einander senkrecht stehende Axen (Fig. 49), von welchen jedoch nur zwei gleich lang sind; die dritte ungleiche Axe, welche grösser oder kleiner als die beiden andern Axen sein kann, bestimmt die aufrechte Stellung und wird als Hauptaxe a von den beiden Nebenaxen b unterschieden. In der Normalstellung ist die eine Nebenaxe, Queraxe, die andere, Längsaxe.

Fig. 49.



Die Symmetrie der tetragonalen Gestalten ist nur nach den Richtungen der Nebenaxen dieselbe.

Grundgestalt ist eine gleichkantige vierseitige Pyramide (Fig. 50), welche mit P bezeichnet wird. Diese Pyramide ist von 8 gleichschenkeligen Dreiecken begrenzt und hat 8 gleiche Polkanten und 4 gleiche Basiskanten. Die Basis ist ein Quadrat (Fig. 51), dessen Diagonalen von den beiden Nebenaxen gebildet werden. Das Parameterverhältnis der Flächen ist: a : b : b.

Fig. 50.

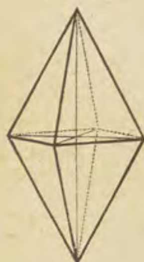
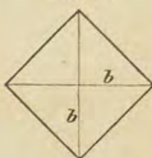


Fig. 51.

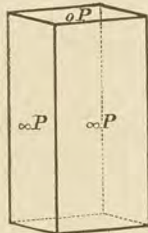


P ist für die verschiedenen Mineralspecies verschieden. Für die tetragonalen Krystallreihen (s. S. 4) muss P in seinen Abmessungen bekannt sein. P ist bestimmt entweder durch die Grösse seiner Basiskante oder durch das daraus berechnete Verhältnis von a : b.

Ableitung der tetragonalen Gestalten. Multiplicirt man die Hauptaxe der Grundgestalt mit der rationalen

Zahl m, welche grösser und kleiner als 1 angenommen werden kann, so erhält man durch Substituirung verschiedener numerischer Werthe für m bei ungeänderten Nebenaxen verschieden lange Hauptaxen. Legt man sich nun durch die Endpunkte der Nebenaxen und die neuen Endpunkte der Hauptaxen Ebenen, so bekommt man eine Reihe von tetragonalen Pyramiden, welche alle mit der Grundgestalt eine und dieselbe Basis haben, jedoch in der Länge der Hauptaxe verschieden sind. Diese Pyramiden heissen Protopyramiden.[1]) Ihre Bezeichnung ist folgende: $m < 1$ $m > 1$

Fig. 52.



oP . . . . mP . . . . P . . . . mP . . . . ∞P

oP (Fig. 52) ist eine Ebene, welche dieselbe Lage wie die Basis hat und heisst basisches Pinakoid.[2]) ∞P (Fig. 52) ist ein vertikales Prisma, Protoprisma genannt, dessen Querschnitt gleich ist der Basis der Grundgestalt. Diese beiden Gestalten können allein nicht vorkommen, finden sich somit nur in Combinationen vor. Die Combination (Fig. 52) ist: ∞P . oP.

Auf der Seite der zunehmenden Hauptaxe werden die Pyramiden immer spitzer, auf der Seite der abnehmenden Hauptaxe immer stumpfer.

Multiplicirt man die Nebenaxen b, b der Grundpyramide mit einer rationalen Zahl $n > 1$ (Fig. 53) und legt durch die erhaltenen neuen Axenpunkte und durch die Polkanten von P Ebenen, so erhält man eine ungleichkantige achtseitige oder ditetragonale[3]) Pyramide (Fig. 54), welche mit dem Symbol Pn bezeichnet wird.

Fig. 53.

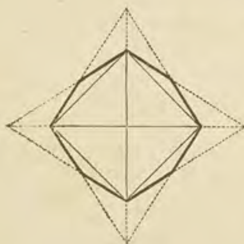
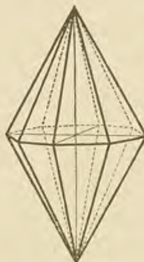


Fig. 54.



Wendet man dieses Verfahren auf sämmtliche Protopyramiden an, so bekommt man eine aus diesen abgeleitete Reihe von ditetragonalen Pyramiden.

$m < 1$ $m > 1$

oP . . . . . . mPn . . . . . . P . . . . . . mPn . . . . . . ∞Pn.

Das Endglied auf der Seite der abnehmenden Axe ist eine Ebene parallel der Basis, also wieder das basische Pinakoid oP; das

[1]) gr. *prôtos*, erste. [2]) gr. *pinax*, Brett. [3]) gr. *dís*, zweimal.

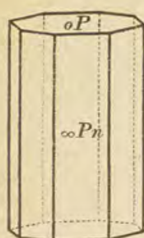


Fig. 55.

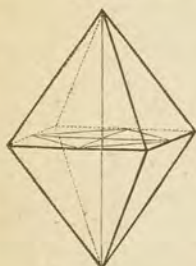
Endglied auf der Seite der zunehmenden Axe ein ditetragonales Prisma ∞Pn. Beide Endglieder zusammen bilden die Combination oP . ∞Pn (Fig. 55).

Nach den verschiedenen numerischen Werthen für n gibt es auch verschiedene Reihen von ditetragonalen Pyramiden.

Die Basis sämmtlicher ableitbaren ditetragonalen Pyramiden ist ein symmetrisches Achteck mit gleichen Seiten und abwechselnd gleichen Winkeln (Fig. 53), d. i. ein Ditetragon.

Da für die Entstehung eines regelmässigen Achtecks $n = 1 + \sqrt{2}$, also n eine irrationale Zahl sein müsste, dieser Fall aber dem Ableitungsgesetze widerspricht, so ist hiermit die Ableitung gleichkantiger achtseitiger Pyramiden ausgeschlossen.

Wird n = ∞, so erhält man durch das Ableitungsverfahren aus den Protopyramiden die Deuteropyramiden[1]) (Fig. 56), welche zur Basis ein dem Quadrate der Grundgestalt umschriebenes Quadrat (Fig. 57) haben, sich also gegen die Protopyramiden in einer um 45° gedrehten Stellung, der sogenannten Diagonalstellung befinden.


Fig. 56.

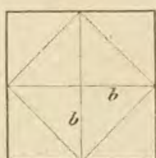


Fig. 57.

Die Deuteropyramiden-Reihe ist:

Deuteroprisma.

oP . . . . mP∞ . . . . P∞ . . . mP∞ . . . . ∞P∞.

Eine Protopyramide mP erhält in Combination mit der Deuteropyramide mP∞ eine Abstumpfung ihrer Polkanten, mit dem Protoprisma ∞P eine Abstumpfung ihrer Basiskanten, mit dem Deuteroprisma ∞P∞ eine Abstumpfung ihrer Mittelecken und mit dem basischen Pinakoid oP eine Abstumpfung ihrer Polecken.

Das Deuteroprisma stumpft die Kanten des Protoprisma ab.

Gestalten derselben Reihe haben denselben Querschnitt und geben, mit einander combinirt, horizontale Combinationskanten.

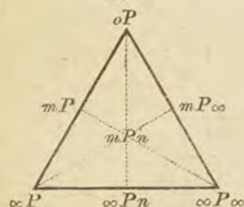


Fig. 58.

Die tetragonalen, holoëdrischen Gestalten lassen sich nach dem nebenstehenden Schema (Fig. 58) übersichtlich zusammenstellen.

Zu den hemiëdrischen Gestalten oder Hälften des tetragonalen Systems gehört das tetragonale Tetraëder, auch tetragonales Sphenoid[2]) genannt.

Dasselbe entsteht aus einer Protopyramide mP (Fig. 59) durch Ausdehnung der abwechselnden Flächen. Aus mP erhält

[1]) gr. *deuteros*, zweite. [2]) gr. *sphēn*, Keil.

Fig. 61.

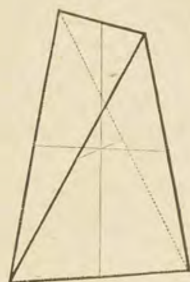
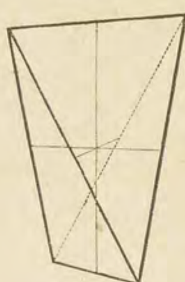


Fig. 59.



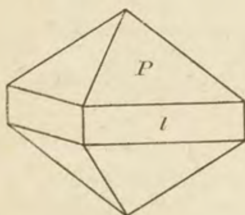
Fig. 60.



man $\frac{mP}{2}$ und $-\frac{mP}{2}$ (Fig. 60 und 61). Die Sphenoide sind von 4 gleichschenkeligen Dreiecken begrenzt; die 4 Ecken sind ungleichkantig, die 6 Kanten von zweierlei Art.

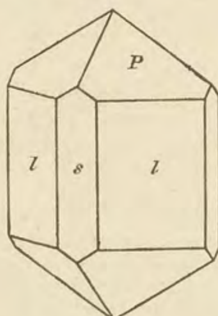
Beispiele tetragonaler Combinationen:

Fig. 62.



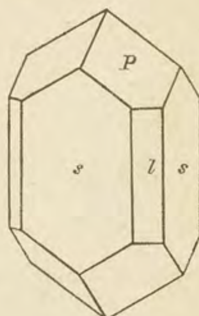
P l
P . ∞P
(Zirkon)

Fig. 63.



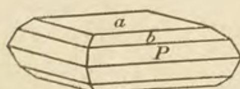
P l s
P . ∞P . ∞P∞
(Zirkon)

Fig. 64.



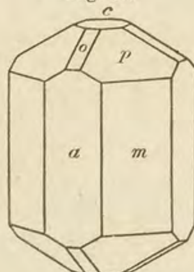
P l s
P . ∞P . ∞P∞
(Zirkon)

Fig. 65



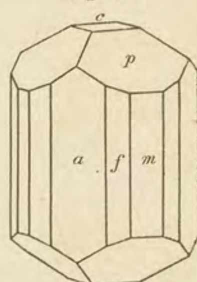
P b a
P . ⅓P . oP
(Wulfenit)

Fig. 66.



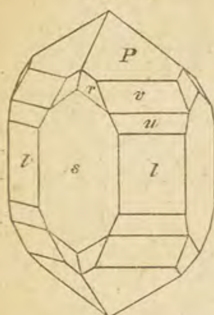
p o m a c
P . P∞ . ∞P . ∞P∞ . oP
(Vesuvian)

Fig. 67.



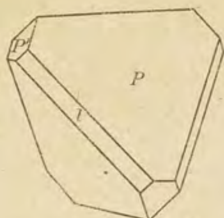
p m a f c
P . ∞P . ∞P∞ . ∞P2 . oP
(Vesuvian)

Fig. 68.



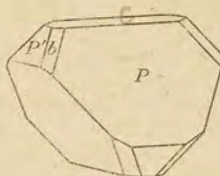
P v u r l s
P . 2P . 3P . 3P3 . ∞P . ∞P∞
(Zirkon)

Fig. 69.



P P' l
$\frac{P}{2} \cdot - \frac{P}{2} \cdot \infty P\infty$
(Kupferkies)

Fig. 70.



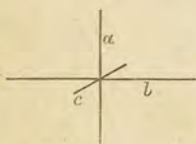
P P' b
$\frac{P}{2} \cdot - \frac{P}{2} \cdot P\infty \cdot oP$
(Kupferkies)

Zur Uebung im Auflösen von Combinationen an Krystallmodellen aus diesem und den übrigen einaxigen Systemen kann man die tesseralen Gestalten und Combinationen benützen. Sie lassen sich nach den Regeln jedes der einaxigen Systeme betrachten und auflösen. So ist z. B. im tetragonalen Systeme das Oktaëder = P; das Hexaëder = ∞P∞ . oP; das Granatoëder = P∞ . ∞P u. s. w.

Häufiger vorkommende Mineralien, welche deutlich tetragonal krystallisiren, sind: Zinnstein, Rutil, Vesuvian, Zirkon, Wulfenit, Kupferkies etc.

3. Rhombisches System. Das Axensystem besteht aus drei auf einander senkrecht stehenden ungleichen Axen a, b, c (Fig. 71). Eine dieser drei Axen wird als Hauptaxe gewählt, mit a bezeichnet und vertikal gestellt. Die beiden andern Axen b u. c (Nebenaxen) sind so zu richten, dass die längere b, Makroaxe[1]) genannt, als Queraxe, die kürzere c, Brachyaxe[2]) genannt, als Längsaxe erscheint.

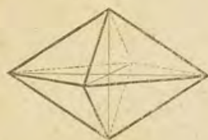
Fig. 71.



Die Symmetrie der rhombischen Gestalten ist nach jeder der 3 Axen eine andere.

Grundgestalt ist eine rhombische Pyramide P (Fig. 72) mit dem Axenverhältnis a : b : c. Diese Gestalt hat 8 gleiche ungleichseitige Dreiecke, 6 Ecken von welchen die gegenüberstehenden gleich sind und 12 Kanten von welchen die 4 Basiskanten, die 4 kürzeren Polkanten im brachydiagonalen Hauptschnitte liegend, und die 4 längeren Polkanten des makro-

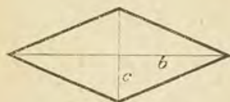
Fig. 72.



---

[1]) Anm. S. 2. [2]) gr. *brachys*, kurz.

Fig. 73.

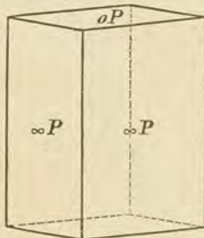


diagonalen Hauptschnittes einander gleich sind.

Die rhombische Pyramide P ist bestimmt durch die Messung zweier Kantenwinkel aus welchen sich das Verhältnis a : b : c berechnen lässt. In der Krystallreihe des Aragonits ist z. B. a : b : c = 1 : 1·39 : 0·86.

Ableitung der rhombischen Gestalten. Multiplicirt man die Hauptaxe von P mit einer rationalen Zahl $m \gtrless 1$, so erhält man die Hauptreihe der rhombischen Pyramiden oder die Protopyramiden:

Fig. 74.

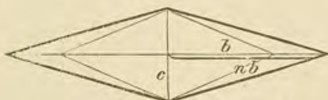


$$\begin{array}{c} m<1 \qquad\qquad\qquad m>1 \\ oP \ldots\ldots mP \ldots\ldots P \ldots\ldots mP \ldots\ldots \infty P. \end{array}$$

Alle Gestalten dieser Reihe haben dieselbe Basis (Fig. 73) wie die Grundgestalt. oP ist das basische Pinakoid und ∞P ein vertikales Prisma. In (Fig. 74) sind oP und ∞P mit einander combinirt dargestellt.

Multiplicirt man bei der Grundpyramide P die Makroaxe b mit einer rationalen Zahl n (Fig. 75) und legt durch die neuen Axenpunkte und die kürzeren Polkanten der Pyramide P Ebenen, so erhält man die Makropyramide $\bar{P}n$.

Fig. 75.



Um die Beziehungen zur Makro- und Brachyaxe zu symbolisiren, wendet man die prosodischen[1]) Zeichen für lang (—) und für kurz (⌣) an.

Wird dieses Verfahren auf alle Gestalten der Hauptreihe angewendet, so hat man folgende Reihe von Makropyramiden:

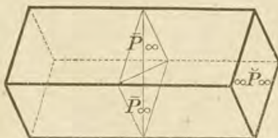
$$\begin{array}{c} m<1 \qquad\qquad\qquad m>1 \\ oP \ldots m\bar{P}n \ldots \bar{P}n \ldots m\bar{P}n \ldots \infty\bar{P}n \end{array}$$

Da nun n verschiedene numerische Werthe annehmen kann, so erhält man auch verschiedene Reihen von Makropyramiden:

$$oP \ldots m\bar{P}n' \ldots \bar{P}n' \ldots m\bar{P}n' \ldots \infty\bar{P}n'$$
$$oP \ldots m\bar{P}n'' \ldots \bar{P}n'' \ldots m\bar{P}n'' \ldots \infty\bar{P}n''$$

u. s. w.

Fig. 76.



Für n = ∞ verwandelt sich $\bar{P}n$ in ein horizontales Prisma $\bar{P}\infty$ (Fig. 76) Makrodoma[2]) oder Querdoma genannt. Die Reihe der Makrodomen ist:

$$oP \ldots m\bar{P}\infty \ldots \bar{P}\infty \ldots m\bar{P}\infty \ldots \infty\bar{P}\infty$$

$\infty\bar{P}\infty$ heisst Makropinakoid oder

---

[1]) lat. *prosodia*, Betonung der Silben. [2]) gr. *domos*, lat. *domus*, Haus.

Querpinakoid und stellt ein paralleles Flächenpaar (Fig. 78) dar, welches die Lage des makrodiagonalen Hauptschnittes hat.

Fig. 77.

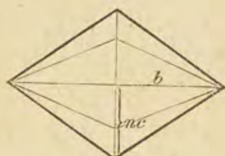
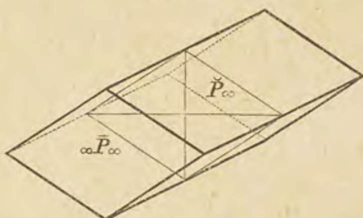


Fig. 78.



Multiplicirt man die Brachyaxe der Grundgestalt mit einer rationalen Zahl n (Fig. 77) und verfährt weiter in derselben Weise, wie es mit der Makroaxe gezeigt wurde, so erhält man folgende Reihen von Brachypyramiden:

$oP \;.\;.\;.\;.\; m\breve{P}n \;.\;.\;.\;.\; \breve{P}n \;.\;.\;.\;.\; m\breve{P}n \;.\;.\;.\;.\; \infty\breve{P}n$

$oP \;.\;.\;.\;.\; m\breve{P}n' \;.\;.\;.\;.\; \breve{P}n' \;.\;.\;.\;.\; m\breve{P}n' \;.\;.\;.\;.\; \infty\breve{P}n'$

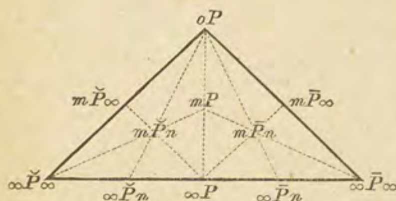
u. s. w.

Für $n = \infty$ erhält man die Brachydomen oder Längsdomen:

$oP \;.\;.\;.\;.\; m\breve{P}\infty \;.\;.\;.\;.\; \breve{P}\infty$ (Fig. 78) $m\breve{P}\infty \;.\;.\;.\;.\; \infty\breve{P}\infty$

$\infty\breve{P}\infty$ ist ein paralleles Flächenpaar in der Lage des brachydiagonalen Hauptschnittes und heisst Brachypinakoid oder Längspinakoid (Fig. 76).

Fig 79.

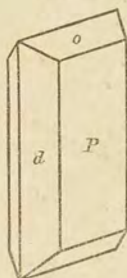


Die rhombischen Gestalten lassen sich nach beistehendem Schema (Fig. 79) übersichtlich zusammenstellen.

Eine Pyramide der Hauptreihe mP erfährt in Combination mit dem zugehörigen Makrodoma $m\bar{P}\infty$ eine Abstumpfung ihrer kürzeren Polkanten, mit dem Brachydoma $m\breve{P}\infty$ eine Abstumpfung der längeren Polkanten, mit dem Prisma ∞P eine Abstumpfung der Basiskanten, mit oP eine Abstumpfung der Polecken, mit dem Makropinakoid $\infty\bar{P}\infty$ eine Abstumpfung der Basisecken an der Brachydiagonale, und mit dem Brachypinakoid $\infty\breve{P}\infty$ eine Abstumpfung der Ecken an der Makrodiagonale. Die vertikalen Prismen und die Brachydomen erfahren in Combination mit einem Brachypinakoid eine Abstumpfung ihrer seitlichen Kanten, die vertikalen Prismen und Makrodomen durch das Makropinakoid eine Abstumpfung ihrer vorderen und rückwärtigen Kante. Gestalten desselben Querschnittes, also derselben Reihe, geben in Combinationen horizontale Combinationskanten.

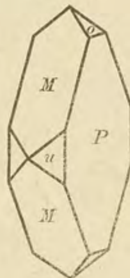
Beispiele rhombischer Combinationen:

Fig 80.



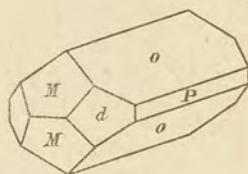
P *d* *o*
$\infty\breve{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \breve{P}\infty$
(Baryt)

Fig. 81.



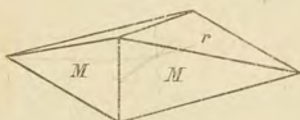
P *M* *u* *o*
$\infty\breve{P}\infty \,.\, \bar{P}\infty \,.\, \infty P \,.\, \breve{P}\infty$
(Baryt)

Fig. 82.



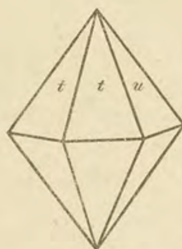
M *o* *d* *P*
$\bar{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty$
(Cölestin)

Fig. 83.



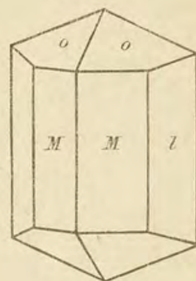
M *r*
$\infty P \,.\, \frac{1}{4}\breve{P}\infty$
(Mispickel)

Fig. 84.



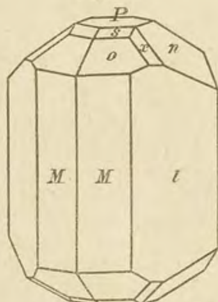
t *u*
$P \,.\, 2\breve{P}\infty$
(Weissbleierz)

Fig. 85.



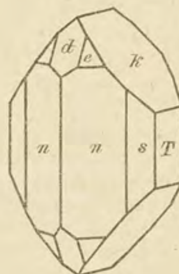
M *l* *o*
$\infty P \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, P$
(Brasilianischer Topas)

Fig. 86.



M *l* *P* *n* *o* *s* *x*
$\infty P \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, oP \,.\, 2\breve{P}\infty \,.\, P \,.\, \frac{2}{3}P \,.\, {}^4/_3\breve{P}2$
(Sächsischer Topas)

Fig. 87.



n *s* *T* *k* *e* *d*
$\infty P \,.\, \infty\breve{P}2 \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, 2\breve{P}\infty \,.\, P \,.\, \bar{P}\infty$
(Olivin)

Fig. 88.

P s t r m a e n

$P . \frac{1}{3} P . \frac{1}{5} P . oP . \infty P . \infty \breve{P} \infty . \bar{P} \infty . \breve{P} \infty$

(Schwefel)

Zur Uebung im Auflösen rhombischer Combinationen kann man dieselben nach jeder der drei Axen a, b, c aufstellen und bestimmen. Auch kann man die tesseralen und tetragonalen Gestalten als rhombische betrachten und als solche auflösen.

In der Wahl der Hauptaxe bei rhombischen Krystallen stimmen die Mineralogen nicht überein, indem eine und dieselbe Krystallreihe eines Minerals von einigen nach dieser, von anderen nach jener Axe aufrecht gestellt ist.

Häufiger vorkommende rhombische Krystalle sind: Aragonit, Baryt, Cölestin, Topas u. s. w.

4. Monoklinisches System. Diesem Systeme liegen 3 ungleiche Axen a, b, c (Fig. 89) zu Grunde, von welchen zwei Axen einen schiefen Winkel C $<$ 90° bilden, die dritte auf den beiden schiefen senkrecht steht. Eine der beiden schiefen Axen wird als Hauptaxe a senkrecht gestellt, die zweite schiefe Axe b, Klinoaxe genannt, ist Längsaxe, die dritte Axe c, senkrecht auf a und b, heisst Orthoaxe[1]) und ist Queraxe.

Fig. 89.

Grundgestalt ist die monoklinische Pyramide $\pm$ P (Fig. 90). Dieselbe ist von 8 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, von welchen je 4 einander gleich sind. Die Gestalt ist daher keine einfache, sondern aus zwei Gestalten P und —P zusammengesetzt. P entsteht durch Erweiterung der über dem Neigungswinkel C liegenden Ebenen und stellt ein schiefes Prisma dar, welches wegen seines häufigen Vorkommens am Augit auch das schiefe Augitprisma heisst. Das —P ist ebenfalls ein schiefes Prisma, schiefes Gypsprisma, wegen seines gewöhnlichen Vorkommens am Gypse, genannt.

Fig. 90.

Die nach hinten aufsteigende schiefe Basis von $\pm$ P ist ein Rhombus, ebenso der orthodiagonale Hauptschnitt durch a u. c; der klinodiagonale Hauptschnitt durch a und b ist ein Rhomboid, weshalb $\pm$ P eine längere und eine kürzere Polkante hat.

Die Symmetrie der monoklinischen Gestalten ist: rechts wie links, aber hinten anders wie vorne.

Die monoklinische Pyramide ist durch die Grössenwinkel dreier Kanten bestimmt.

[1]) gr. *orthós*, gerade, aufrecht, senkrecht.

Die Ableitung der monoklinischen Gestalten ist ähnlich jener der rhombischen Gestalten. Was früher Makroaxe war, ist jetzt Orthoaxe, und die Brachyaxe wird jetzt Klinoaxe. Sämmtliche Pyramiden und Orthodomen zerlegen sich in Hälften, welche mit + und — bezeichnet werden. Die Symbole derjenigen Gestalten, welche durch Veränderung der Orthoaxe sich entwickeln lassen, werden horizontal, die Symbole der durch Veränderung der Klinoaxe entstehenden Gestalten werden schief durchstrichen.

Man erhält somit folgende Reihen:

Protopyramiden:

m<1 m>1

oP . . . . ±mP . . . . ±P . . . . ±mP . . . . ∞P

Orthopyramiden:

oP . . . . ±mⱣn . . . . ±Ᵽn . . . . ±mⱣn . . . . ∞Ᵽn
oP . . . . ±mⱣn . . . . ±Ᵽn′ . . . . ±mⱣn′ . . . . ∞Ᵽn′
u. s. w.

Orthodomen:

oP . . . . ±mⱣ∞ . . . . ±Ᵽ∞ . . . . ±mⱣ∞ . . . . ∞Ᵽ∞

Die Orthodomen zerlegen sich in Folge ihres rhomboidischen Querschnitts in zwei Flächenpaare, das positive liegt über dem Winkel C.

Klinopyramiden:

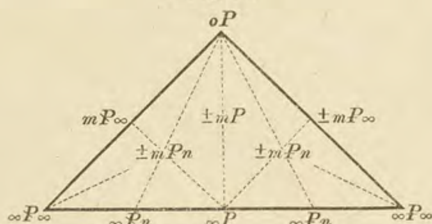
oP . . . . ±mⱣn . . . . ±Ᵽn . . . . ±mⱣn . . . . ∞Ᵽn
oP . . . . ±mⱣn . . . . ±Ᵽn′ . . . . ±mⱣn′ . . . . ∞Ᵽn′
u. s. w.

Klinodomen:

oP . . . . mⱣ∞ . . . . Ᵽ∞ . . . . mⱣ∞ . . . . ∞Ᵽ∞

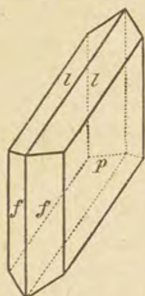
Sämmtliche monoklinische Gestalten lassen sich schematisch (Fig. 91) zusammenstellen.

Fig. 91.



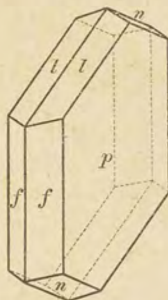
Beispiele monoklinischer Combinationen:

Fig. 92.



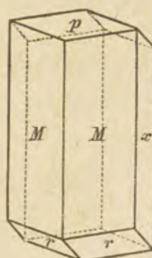
l *f* *p*
−P . ∞P . ∞P̀∞
(Gyps: C = 80° 57′)

Fig. 93.



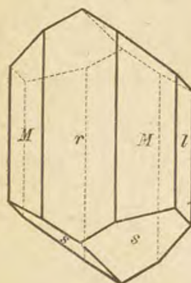
l *n* *f* *p*
−P′. P . ∞P . ∞P̀∞
(Gyps)

Fig. 94.



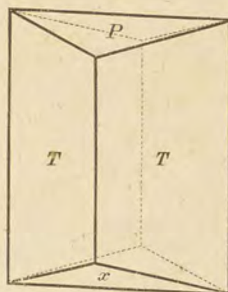
p *r* *M* *x*
oP . P . ∞P . ∞P̀∞
(Hornblende; C = 75° 10′)

Fig. 95.



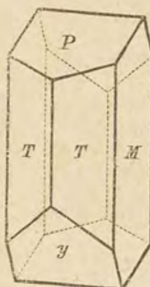
s *M* *l* *r*
P . ∞P . ∞P̀∞ . ∞P̶∞
(Augit: C = 74° 11′)

Fig. 96.



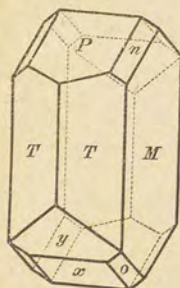
P *x* *T*
oP . P̶∞ . ∞P
(Adular: C = 63° 57′)

Fig. 97.



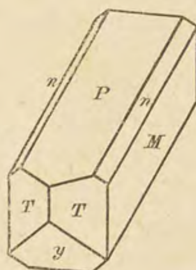
P *y* *T* *M*
oP . 2P̶∞ . ∞P . ∞P̀∞
(Orthoklas)

Fig. 98.



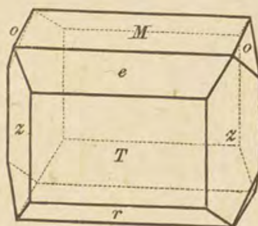
P *y* *x* *n* *T* *M* *o*
oP . 2P̶∞ . P̶∞ . 2P̀∞ . ∞P . ∞P̀∞ . P
(Orthoklas)

Fig. 99.



P *y* *n* *T* *M*
oP . 2P̶∞ . 2P̀∞ . ∞P . ∞P̀∞
(Orthoklas)

Fig. 100.



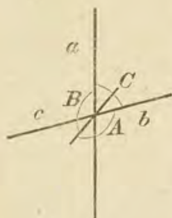
M *e* *T* *o* *z*
oP . −P̶∞ . ∞P̶∞ . P̀∞ . ∞P
(Epidot)

Zur Uebung im Auflösen von Combinationen dieses Systems bei Modellen ist es gut, die Combination in ihren beiden möglichen Aufstellungen zu entwickeln.

In diesem Systeme krystallisiren: Orthoklas, Hornblende, Augit, Epidot, Gyps, Kupferlasur u. a.

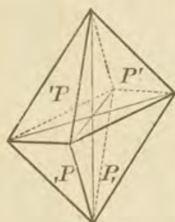
5. Triklinisches System. Den Gestalten dieses Systems liegen 3 ungleiche Axen a, b, c (Fig. 101) zu Grunde, welche sich unter schiefen Winkeln A, B, C schneiden. Eine dieser Axen wird als Hauptaxe vertikal gestellt, von den beiden Nebenaxen nimmt man die Makroaxe als Queraxe, die Brachyaxe als Längsaxe an.

Fig. 101.



Grundgestalt ist die triklinische Pyramide ,'P,' (Fig. 102). Dieselbe ist von 8 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt, von welchen je zwei einander gleich sind. Diese Gestalt ist daher aus vier Viertelgestalten P', 'P, P, u. ,P zusammengesetzt, welche parallele Flächenpaare darstellen.

Fig. 102.



Die Symmetrie der triklinischen Gestalten ist: rechts anders wie links, vorne anders wie hinten.

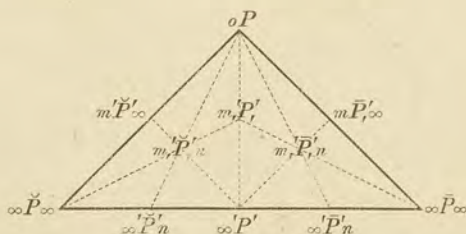
Zur Bestimmung der triklinischen Pyramide ist die Messung von 5 Kantenwinkeln nothwendig.

Die Ableitung wird nach demselben Prinzipe, wie es im rhombischen Systeme gezeigt wurde, durchgeführt.

Die Protopyramiden m,'P,'n, die Makropyramiden m,'P̄,'n, die Brachypyramiden m,'P̆,'n zerlegen sich in Viertel; das Protoprisma ∞'P', die Makroprismen ∞'P̄'n, die Brachyprismen ∞'P̆'n, die Makrodomen mP̄,'∞, und die Brachydomen m'P̆'∞ zerlegen sich in Hälften. Die einfachen Gestalten dieses Systems sind demnach lauter parallele Flächenpaare.

Sämmtliche triklinische Formen sind in beistehendem Schema (Fig. 103) übersichtlich zusammengestellt.

Fig. 103.



Beispiele triklinischer Combinationen:

Fig. 104.

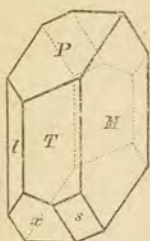


Fig. 105.

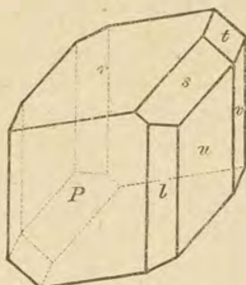
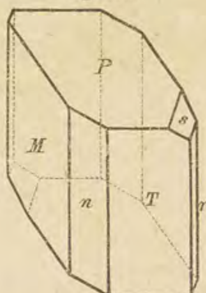


Fig. 106.



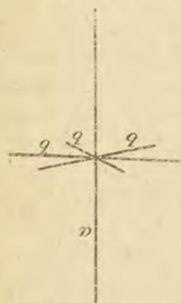
l T P M s x
Fig. 104. $\infty'P . \infty P' . oP . \infty P\infty . P, . \bar{P},\infty$
(Albit)

u P r t l v s
Fig. 105. $\infty P' . \infty'P . 'P . P' . \infty\bar{P}\infty . \infty\breve{P}\infty . 2\bar{P}'\infty$.
(Axinit)

T M P n r s
Fig. 106. $\infty P' . \infty'P . P' . \infty\bar{P}\infty . \infty\breve{P}\infty . 2\breve{P}'2$
(Kupfervitriol)

Triklinisch krystallisiren ausserdem Labradorit, Periklin, Cyanit u. s. w.

Fig. 107.

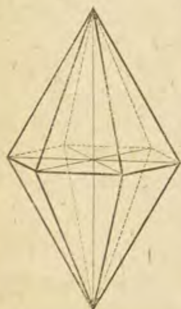


6. Hexagonales System. Den hexagonalen Gestalten kann man ein viergliederiges Axensystem zu Grunde legen (Fig. 107). Drei gleiche Axen b, b, b, welche sich unter 60° schneiden, sind die Nebenaxen und liegen horizontal. Eine davon ist in der Normalstellung die Queraxe. Die vierte Axe a, welche grösser oder kleiner als b sein kann, steht senkrecht auf den Nebenaxen und ist die vertikale Hauptaxe.

Die Symmetrie der vollflächigen hexagonalen Gestalten ist nach den drei Nebenaxen dieselbe.

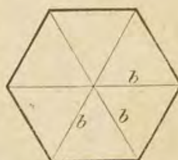
Grundgestalt ist die hexagonale Pyramide P (Fig. 108).

Fig. 108.



Dieselbe ist von 12 gleichen gleichschenkeligen Dreiecken begrenzt. Die Basis (Fig. 109) ist ein regelmässiges Sechseck, dessen Diagonalen die Nebenaxen b, b, b sind.

Fig. 109.



Die Grundgestalt ist durch die Angabe eines Kantenwinkels oder durch das daraus zu berechnende Verhältnis von a : b bestimmt.

Die Ableitung der hexagonalen vollflächigen Gestalten geschieht in ähnlicher Weise wie jene der tetragonalen Gestalten.

Durch Multiplication der Hauptaxe a mit der

rationalen Zahl m $\lessgtr$ 1 erhält man die Protopyramidenreihe:

m < 1 m > 1
oP . . . . mP . . . . P . . . . mP . . . . . . ∞P

Fig. 110

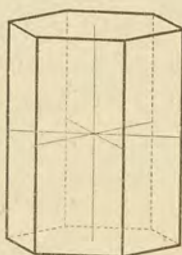


Fig. 111.

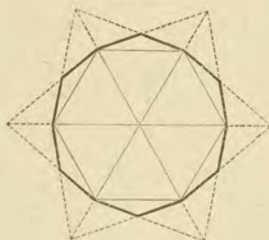
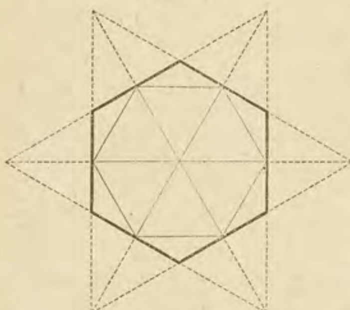


Fig. 112.



∞P ist das Protoprisma, welches in Combination mit dem basischen Pinakoid oP (in Fig. 110) dargestellt ist.

Multiplicirt man bei der Pyramide P die Nebenaxen b, b, b mit der rationalen Zahl n, welche grösser als 1 und kleiner als 2 angenommen wird (Fig. 111), und legt durch die erhaltenen neuen Axenpunkte und durch die Polkanten von P Ebenen, so erhält man eine dihexagonale Pyramide Pn. Die Basis derselben ist ein gleichseitiges Zwölfeck mit abwechselnd gleichen Winkeln. Wird dieses Verfahren an allen Protopyramiden angewendet, so erhält man folgende Reihe:

oP . . . . . . mPn . . . . . . Pn . . . . . . mPn . . . . . . ∞Pn,

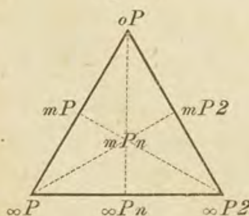
Für n′:

oP . . . . . . mPn′ . . . . . . Pn′ . . . . . mPn′ . . . . . . ∞Pn

u. s. w.

Für n = 2 (Fig. 112) geht das Dihexagon in ein reguläre Hexagon über und man bekommt die hexagonalen Pyramiden zweiter Art oder die Deuteropyramiden, welche gegen die Protopyramiden eine um 30° verwendete Stellung haben.

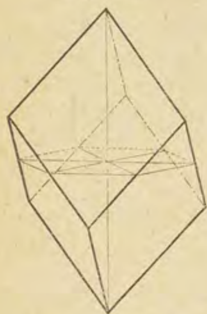
Fig. 113

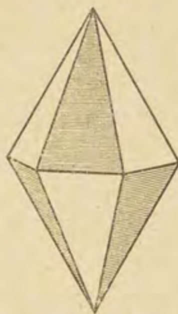


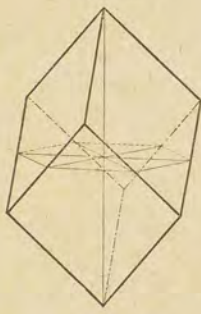
oP . . . mP2 . . . P2 . . . mP2 . . . ∞P2

Das Schema der vollflächigen hexagonalen Gestalten ist in Fig. 113 dargestellt.

Rhomboëdrische oder skalenoëdrische[1]) Hemiëdrie im hexagonalen Systeme. Erweitert man an der hexagonalen Protopyramide mP (Fig. 114) die


Fig. 115.

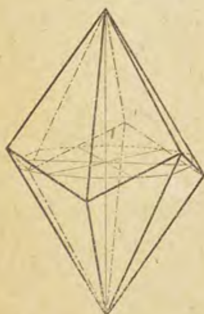

Fig. 114.

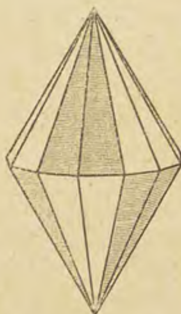

Fig. 116.

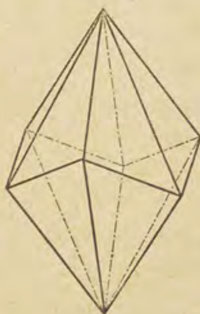
abwechselnden Flächen, so erhält man zwei Rhomboëder $\frac{mP}{2}$ und $-\frac{mP}{2}$ (Fig. 115 und 116).

Das Rhomboëder ist von 6 gleichen Rhomben begrenzt. Es hat 6 gleiche Polkanten und 6 gleiche im Zickzack gehende Mittelkanten. Der Mittelquerschnitt ist ein reguläres Hexagon, die Nebenaxen gehen durch die Mittelpunkte der Seitenkanten. Die Querschnitte, welche durch die horizontalen Diagonalen der Rhomben gehen, sind gleichseitige Dreiecke und theilen die Hauptaxe in drei gleiche Theile. Das Rhomboëder $\frac{mP}{2}$ ist zum Gegenrhomboëder $-\frac{mP}{2}$ in einer um 60^0 oder 180^0 verwendeten Stellung. Das Rhomboëder ist durch die Messung eines Polkantenwinkels bestimmt.

Lässt man an der dihexagonalen Pyramide mPn (Fig. 117)


Fig. 118.


Fig. 117.


Fig. 119.

[1]) gr. *skalenos*, hinkend, schief, davon *skalen*, ungleichseitiges Dreieck.

die den Flächen der hexagonalen Protopyramide entsprechenden Flächenpaare sich ausdehnen, so erhält man zwei Skalenoëder (ungleichkantige sechsseitige Pyramiden) $\frac{mPn}{2}$ und $-\frac{mPn}{2}$ (Fig. 118 und 119).

Das Skalenoëder ist von 12 ungleichseitigen Dreiecken begrenzt. Die Polkanten sind nur abwechselnd, die Mittelkanten alle einander gleich. Die Nebenaxen gehen durch die Mittelpunkte der Seitenkanten. Der Mittelquerschnitt des Skalenoëders ist ein Dihexagon, welches gleich ist der Basis der dem Skalenoëder zugehörigen dihexagonalen Pyramide. Das Skalenoëder $\frac{mPn}{2}$ und das Gegenskalenoëder $-\frac{mPn}{2}$ sind in ihrer Stellung um 60° oder 180° verwendet.

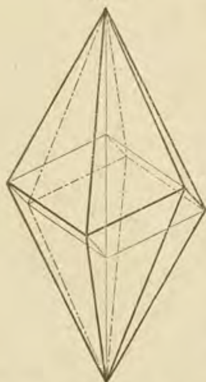
Rhomboëder und Skalenoëder spielen in der Natur eine so hervorragende Rolle, da sie bei der Mehrzahl der im hexagonalen Systeme krystallisirenden Mineralspecies vorkommen, dass es berechtigt erscheint, diese Hemiëdrie als die rhomboëdrische Entwickelung des hexagonalen Systems selbstständig zu betrachten. Man geht von den Rhomboëdern $\frac{P}{2}$ und $-\frac{P}{2}$ aus, bezeichnet dieselben als die Grundrhomboëder mit R und — R, und leitet von diesen alle andern Rhomboëder, sowie die Skalenoëder ab.

Aus R und —R lassen sich durch Verlängerung oder Verkürzung der Hauptaxe nach rationalen Werthen folgende beide Reihen von Rhomboëdern ableiten:

	$m<1$		$m>1$	
oR	mR	R	mR	∞R
oR	—mR	—R	—mR	∞R

∞R ist identisch mit ∞P, ebenso das —∞R mit ∞R.

Fig. 120.



Multiplicirt man die Hauptaxe des Rhomboëders R (Fig. 120) mit der rationalen Zahl $n>1$ und legt durch die erhaltenen Axenpunkte und durch die Mittelkanten des Rhomboëders Ebenen, so erhält man ein Skalenoëder, welches mit Rn bezeichnet wird.

R ist das dem Skalenoëder Rn eingeschriebene Rhomboëder, d. i. dasjenige Rhomboëder, welches durch die Mittelkanten des Skalenoëders bestimmt ist. n heisst die Ableitungszahl des Skalenoëders.

Wendet man dieses Verfahren auf alle Rhomboëder der oben angeführten Reihen an, so erhält man:

oR . . . . . mRn . . . . . Rn . . . . . mRn . . . . . ∞Rn
oR . . . —mRn . . . —Rn . . . —mRn . . . . . ∞Rn

∞Rn ist ein dihexagonales Prisma; —∞Rn ist identisch mit ∞Rn.

Skalenoëder und Rhomboëder sind in gleicher Stellung, wenn die stumpfere Polkante des ersteren über die Fläche des letzteren zu liegen kommt (Fig. 120).

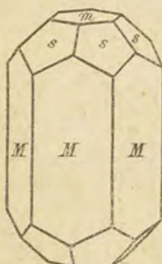
Dasjenige Rhomboëder (Fig. 123), welches die Polkanten eines gegebenen Rhomboëders abstumpft, heisst das erst stumpfere und hat bei gleichem Mittelquerschnitt die halbe Hauptaxe und die Gegenstellung.

Alle Skalenoëder einer Reihe, welche dasselbe n haben, besitzen gleichen Querschnitt und verbinden sich mit horizontalen Combinationskanten (Fig. 129).

Skalenoëder die aus demselben Rhomboëder, aber mit verschiedenen Ableitungszahlen n und n′ abgeleitet sind, haben verschiedenen Querschnitt. Ihre Combinationskanten sind parallel den Kanten des eingeschlossenen Rhomboëders (Fig. 128).

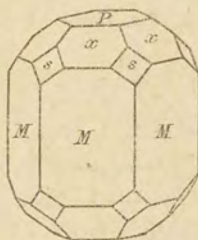
Einige hexagonale (holoëdrische) und rhomboëdrische Combinationen:

Fig. 121.



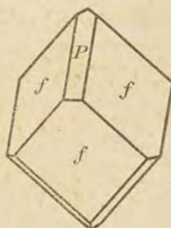
M s m
∞P . 2P2 . oP
(Beryll)

Fig. 122.



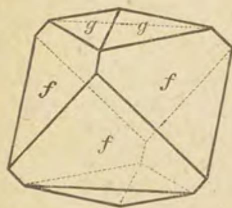
M x s P
∞P . P . 2P2 . oP
(Apatit)

Fig. 123.



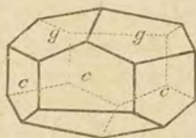
P f
R . −2R
(Calcit)

Fig. 124.



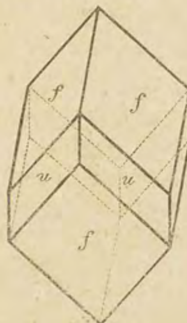
g f
$-\frac{1}{2}$ R . −2R
(Calcit)

Fig. 125.



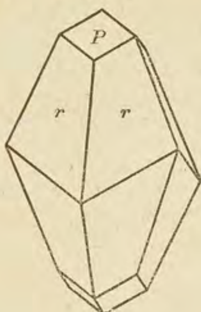
c g
∞R . $-\frac{1}{2}$R
(Calcit)

Fig. 126.



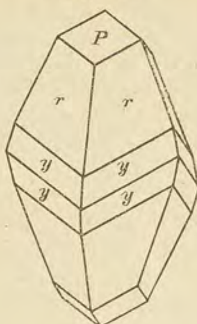
f u
−2R . ∞P2
(Calcit)

Fig. 127.



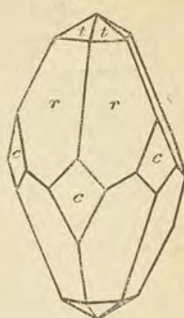
P r
R . R3
(Calcit)

Fig. 128.



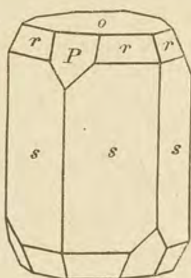
P r y
R . R3 . R5
(Calcit)

Fig. 129.



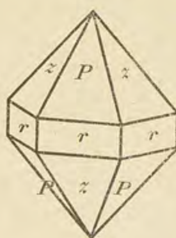
r t c
$R3 . \frac{1}{2} R3 . \infty R$
(Calcit)

Fig. 130.



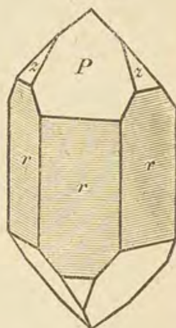
s r P o
$\infty P2 . \frac{4}{3} P2 . R . oR$
(Korund)

Fig. 131.



P z r
$R . - R . \infty R$
(Quarz)

Fig. 132.



P z r
$R . - R . \infty P$
(Quarz)

Die tesseralen Gestalten lassen sich auch hexagonal auffassen. So ist z. B. $O = oR . R$; $\infty O = \frac{1}{4} R . \infty P2$ u. s. w.

Hexagonal krystallisiren: Beryll, Apatit, Korund, Calcit, Quarz, Eisenglanz u. s. w.

Zwillingskrystalle entstehen durch gesetzmässige Verwachsung zweier Individuen. Die Krystall-Individuen in derselben Krystallform, aber in nicht paralleler Stellung sind entweder an einander (Contactzwillinge) oder in einander verwachsen (Durchwachsungszwillinge). Bei der ersten Art von Zwillingen erscheinen die Individuen derselben gewöhnlich an beiden Seiten der Zusammensetzungsfläche bis zur Hälfte verkürzt, so dass sich dergleichen Zwillinge construiren lassen, wenn man einen Krystall nach einer bestimmten Ebene, Zwillingsebene genannt, in zwei Hälften zerschneidet und die eine Hälfte gegen die andere um 180° verdreht. Unter

den Kanten, welche an Zwillingen von den Flächen beider Individuen gebildet werden, kommen häufig einspringende Kanten vor.

In Figur 133 ist der Contactzwilling dargestellt, wie er am Magneteisenstein und am Spinell vorkommt. Die Individuen des Zwillings haben die Gestalt eines Oktaëders, die Zusammensetzungsfläche oder Zwillingsfläche ist eine der Oktaëderfläche parallele Fläche.

Fig. 133.

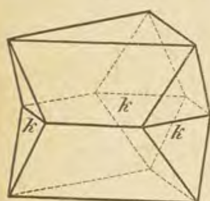
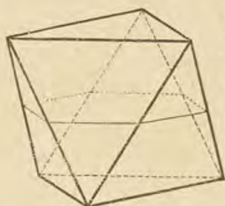


Fig. 134.



Diesen Zwilling kann man sich dadurch entstanden denken, dass man das Oktaëder in Fig. 134 durch einen der Oktaëderfläche parallelen Schnitt in zwei gleiche Theile theilt und die untere Hälfte in der Schnittebene um 180° dreht. Die Kanten k, k, k haben einspringende Winkel.

Durch gesetzmässige Verwachsung mehrerer Krystalle können Drillinge, Vierlinge, Fünflinge etc. entstehen.

Deutliche Zwillingsbildungen kommen vor am: Magneteisenstein, Zinnstein, Rutil, Weissbleierz, Harmotom, Amphibol, Augit, Orthoklas, Aragonit, Calcit, Gyps u. a.

Unvollkommenheiten der Krystallbildung. Die Krystalle erscheinen in der Natur als eingewachsene, aufgewachsene und lose Krystalle. Nur die eingewachsenen oder, wenn dieselben aus ihrer Umhüllung getrennt wurden, die entsprechenden losen Krystalle können ringsum ausgebildete Krystallformen zeigen. Die aufgewachsenen konnten nur zu einer theilweisen Formentwickelung gelangen. Kleine Krystalle, welche die bei weitem häufigeren sind, erscheinen in der Regel vollkommener ausgebildet als grosse Krystalle.

Zu den Unvollkommenheiten, wie sie an Krystallflächen vorkommen, gehören: Streifung, Drusigkeit, Rauhigkeit und Krümmung der Flächen.

Die parallele Streifung ist eine häufiger vorkommende Erscheinung, welche durch Wiederholung gewisser Combinationskanten (Combinationsstreifung) oder durch wiederholte Zwillingsbildung (polysynthetische Zwillinge)[1] bei sehr verkürzten Individuen (Zwillingsstreifung) entstanden sein kann.

Combinationsstreifung kommt vor z. B. am Quarz (s. Fig. 132), Beryll, Turmalin, Topas, Pyrit, Magneteisenstein, Eisenglanz u. a.; Zwillingsstreifung am Labrador-Feldspath, am Calcit u. a.

Gekrümmte Krystallflächen kommen vor: am Spatheisenstein, Bitterspath, Gyps und Diamant.

Eine häufig vorkommende Abweichung der natürlichen Krystallformen von den in der Krystallographie angenommenen

[1] gr. *synthesis*, Zusammensetzung.

vollkommen regulären Formentypen[1]) besteht darin, dass die Krystallflächen parallele Verschiebungen erlitten haben, also ungleiche Distanz vom Mittelpunkte des Krystalls besitzen. Derartige Abweichungen von der idealen Gestalt heissen Verziehungen der Krystalle.

Die Unveränderlichkeit der Kantenwinkel sowie die gleiche physikalische Beschaffenheit der zusammengehörigen Flächen sind Eigenschaften der Krystalle, die bei den Verziehungen derselben nicht alterirt werden.

Verziehungen erscheinen an Krystallen häufig als eine Verlängerung oder Verkürzung der Krystallform nach einer Axe, Kante oder sonst einer krystallographisch bestimmten Richtung. Verziehungen kommen oft am Quarz, besonders an dem Marmaroscher Bergkrystall vor. Durch Verziehung entstehen oft neue Kanten.

Eine weitere Unregelmässigkeit der Krystalle entsteht durch das völlige Ausbleiben gewisser zu einer bestimmten Form gehöriger Flächen, durch unvollständige Raumerfüllung, durch verschiedenartige Einschlüsse, durch nur theilweise Formausbildung (aufgewachsene Krystalle) und sehr einseitige Ausdehnung (dünntafelförmige, haarförmige Krystalle).

b) Morphologie der Aggregate.

Mineral-Aggregate sind, wie schon Seite 2 erwähnt wurde, aus vielen Individuen zusammengesetzte Mineralien. Die Art der Zusammensetzung bedingt eine besondere Structur oder Textur[2]), welche einfachen Krystallen und Individuen fehlt.

Nach der Form der Individuen gibt es bei Aggregaten eine körnige, blättrige, schuppige, stängelige und faserige Structur (krystallinische Aggregate).

Bei den krystallisirten Aggregaten, bei welchen die Individuen deutlich erkennbar und wenigstens theilweise auskrystallisirt sind, unterscheidet man Krystallgruppen und Krystalldrusen.

Unter Krystallgruppe versteht man die Vereinigung von Krystallen, welche sich gegenseitig dergestalt unterstützen, dass beim aufgewachsenen Aggregat nur wenige Stützpunkte, beim eingewachsenen (Gypsrose, und sogenannter krystallisirter Sandstein) die Krystalle um einen Mittelpunkt herum ausgebildet sind.

Krystalldruse ist ein Aggregat von Krystallen, deren Stützpunkte auf der ganzen Unterlage vertheilt sind. Die Form der Druse richtet sich nach der Form der Unterlage, welche aus einer mit den Krystallen gleichen oder aus einer fremden Substanz bestehen kann.

---

[1]) gr. *týpos*, Schlag, Gepräge. [2]) lat. *struere*, bauen, *texere*, weben.

Als besondere Formen krystallinischer Aggregate, mit meist weniger deutlichen Individuen sind zu erwähnen: Kugeln, Knollen (Concretionen), traubenförmige, nierenförmige Gestalten, Krusten, Schalen, Stalaktiten (Tropfsteine), baum-, draht-, blech- und haarförmige Bildungen u. a.

c) Pseudomorphosen.[1])

Pseudomorphosen, Pseudokrystalle oder Afterkrystalle nennt man krystallinische oder amorphe Mineralkörper, welche, ohne selbst Krystalle zu sein, in der Krystallform eines andern Minerals auftreten. Es gibt verschiedene Arten von Pseudomorphosen. Werden die Krystalle eines Minerals von einem andern Mineral mit einer dünnen Kruste überzogen, so bildet die Kruste eine Umhüllungs-Pseudomorphose. Die Innenseite der Kruste gibt einen vollkommenen Abdruck der Krystallform, welche überdies meist deutlich auch an der Krustenoberfläche hervortritt.

Durch Zerstörung der ursprünglichen Substanz und Wiederausfüllung innerhalb einer vorher gebildeten Umhüllung bei Krystallen können Ausfüllungs- und Verdrängungs-Pseudomorphosen entstehen.

Umwandlungs-Pseudomorphosen kommen zu Stande durch substantielle Umwandlung eines Krystalls mit Beibehaltung seiner äussern Form, z. B. Pyrit in Brauneisenstein.

Umwandlungs-Pseudomorphosen ohne Verlust und Aufnahme von Stoffen, wie es bei dimorphen Substanzen (z. B. beim Schwefel) der Fall ist, heissen Paramorphosen.[2])

d) Secundäre Mineralformen.

Unter secundären Mineralformen versteht man solche, welchen der Charakter der Ursprünglichkeit fehlt. Sie sind durch mechanische oder chemische Einflüsse veranlasst.

Hierher gehören: die Spaltungsgestalten (s. S. 35), Mineralfragmente[3]), Sand, Staub, durch Bewegung in Gewässern abgerundete Geschiebe und Gerölle; dann Erosionsformen[4]), entstanden durch die mechanische und chemische Einwirkung des Wassers u. dgl.

B) Mineral-Physik.

Physikalische Eigenschaften der Mineralien.

Darunter versteht man diejenigen Eigenschaften der Mineralsubstanz, bei deren Untersuchung das Wesen dieser Substanz nicht geändert wird. Zu den physikalischen Eigenschaften gehören: die Härte und die Tenacität[5]), die Spaltbarkeit, die Dichte, das specifische Gewicht; ferner optische Eigenschaften wie die Doppel-

[1]) gr. *pseũdo,* ich lüge, täusche. [2]) *pará,* um, Umänderung. [3]) lat. *frángere,* brechen, Bruchtheile. [4]) lat. *eródere,* ausnagen. [5]) lat. *tenax,* zäh.

brechung und die Polarisation, der Pleochroismus[1]), besondere Licht- und Farbenerscheinungen (Opalisiren, Irisiren u. a.), die Körperfarbe, der Glanz, der Strich und schliesslich die magnetischen, elektrischen und thermischen [2]) Eigenschaften der Mineralien. Anhangsweise kommen auch die physikalisch - physiologischen Merkmale des Geschmackes, Geruches sowie des Anfühlens mancher Mineralien in Betracht.

Härte. Unter Härte eines Minerals versteht man den Widerstand, welchen das zu prüfende Mineral einer ritzenden Spitze entgegensetzt. Zur Bestimmung der relativen Härteverhältnisse hat Mohs[3]) im Jahre 1820 zehn Mineralien als Glieder einer Härtescala aufgestellt, die allgemein angenommen ist.

1. Talk,
2. Steinsalz,
3. Calcit (Kalkspath, Marmor),
4. Fluss (Flussspath),
5. Apatit (Spargelstein),
6. Orthoklas (Feldspath, Adular),
7. Quarz (Bergkrystall, Amethyst etc.),
8. Topas,
9. Korund (Demantspath, Rubin, Sapphir),
10. Diamant.

Jedes höhere Glied ist härter als die vorhergehenden, so, dass man mit Splittern desselben die vorausgehenden Glieder zu ritzen vermag. Von zwei Mineralstücken, von ungefähr gleichem Volumen und ähnlicher Form, welche mit möglichst gleichem Drucke auf einer feinen Feile gestrichen werden, ist dasjenige das härtere, welches einen höheren Ton oder Klang, einen grösseren Widerstand und ein spärlicheres Strichpulver gibt.

Krystallflächen sind härter als Theilungs- oder Schliffflächen. Scharfkantige Mineralien, welche die Härte über 6 haben, geben, am Stahl geschlagen, Funken.

Unter **Tenacität** versteht man die Art des Zusammenhalts der kleinsten Theilchen der Masse, welche sich beim Ritzen, Zerschneiden, Zerbrechen, Zerschlagen, Biegen u. dgl. zu erkennen gibt. Darnach unterscheidet man geschmeidige, milde, spröde, biegsame und elastische Mineralien.

Bei Aggregaten gebraucht man die Ausdrücke compact, locker, erdig, zerreiblich u. a.

Spaltbarkeit ist die Eigenschaft der Krystalle, sich nach einer oder mehreren bestimmten Richtungen in ebene Flächen theilen oder spalten zu lassen. Senkrecht auf diesen Richtungen

---

[1]) gr. *plēos*, mehr; *chrōma*, Farbe. [2]) gr. *thérmos*, warm. [3]) Friedr. Mohs (1773 bis 1839), Professor der Mineralogie in Graz, an der Bergakademie in Freiberg und an der Universität in Wien.

ist der Zusammenhang der Theilchen, oder die Cohäsion[1]) am geringsten. Die Spaltungsflächen (auch Blätterdurchgänge genannt) einer und derselben Richtung sind alle von gleicher Beschaffenheit und es kann eine solche Fläche an jedem beliebigen Theile der spaltbaren Krystallsubstanz erhalten werden.

Spaltungsflächen nach zwei oder mehreren Richtungen können von gleicher oder von verschiedener Beschaffenheit sein. Die Gestalten, welche mit Hilfe der Spaltbarkeit dargestellt werden können, heissen Spaltungsgestalten oder Theilungsgestalten; sie gehören immer der Krystallreihe des spaltbaren Minerals an und stellen, je nachdem die verschieden liegenden Spaltungsflächen von gleicher oder verschiedener Vollkommenheit und Beschaffenheit sind, eine einfache oder eine Combinationsgestalt dar. Die Spaltungsgestalten unterscheiden sich von den Krystallgestalten nur dadurch, dass ihnen die Ursprünglichkeit ihrer Form fehlt. Man erhält die Spaltungsgestalten durch Zerschlagen, Zerreissen oder Zerbrechen der Krystalle.

Die Spaltbarkeit ist eine wesentliche physikalische Eigenschaft der krystallisirten Substanz und kommt allen Individuen derselben Mineralspecies in gleicher Weise zu, wie vollkommen oder wie unvollkommen auch die äussere Form dieser Individuen ausgebildet sein mag.

Sehr vollkommene Spaltbarkeit besitzen:

1. Im tesseralen Systeme: Steinsalz nach $\infty O \infty$; Bleiglanz nach $\infty O \infty$; Fluss nach O; Zinkblende nach ∞O.
2. Im tetragonalen Systeme: Rutil nach ∞P.
3. Im rhombischen Systeme: Baryt nach $\infty \breve{P} \infty$, etwas weniger deutlich nach $\bar{P} \infty$; Topas nach oP; Antimonit nach $\infty \breve{P} \infty$; Muriazit nach $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$, weniger deutlich nach oP; Kaliglimmer nach oP.
4. Im monoklinischen Systeme: Gyps nach $\infty \not{P} \infty$; Orthoklas nach oP und $\infty \not{P} \infty$.
5. Im triklinischen Systeme: Albit, Oligoklas und Labradorit nach oP und $\infty \breve{P} \infty$.
6. Im hexagonalen Systeme: Kalkspath, Dolomit und Spatheisenstein nach R; Magnesiaglimmer und Beryll nach oP.

Dichte eines Minerals nennt man die Zahl, welche angibt, wie vielmal das Gewicht dieses Minerals grösser ist als das Gewicht eines gleich grossen Wasserkörpers.

Da nach dem archimedischen Satze (Archimedes 250 v. Chr.) jeder Körper in eine Flüssigkeit untergetaucht so viel von seinem Gewichte verliert, als der verdrängte Flüssigkeitskörper wiegt, so bestimmt man die Dichte eines Minerals einfach dadurch, dass man das absolute Gewicht desselben durch den Gewichtsverlust dividirt, welchen dieses Mineral unter Wasser erleidet. Für genaue Messungen wird destillirtes Wasser bei der Temperatur der grössten Wasserdichte, d. i. bei 4° C. angewendet.

Instrumente zur Bestimmung der Dichte sind: die hydrostatische Wage, die Gewichtsaräometer[2]) (Nicholson'sches und Mohs'sches Aräometer) und die Jolly'sche Federwage (1865).

---

[1]) lat. *cohaerere*, zusammenhalten. [2]) gr. *araiós*, dünn; weil die Aräometer zuerst nur für Flüssigkeiten angewendet wurden.

Die dichtesten Mineralien sind die schweren Metalle. Es haben im reinen Zustande: Platin die Dichte 21·1, Gold 19·3, Quecksilber 13·6, Blei 11·4, Silber 10·5, Wismuth 9·8, Kupfer 8·8, Eisen 7·8, Antimon 6·7, Arsen 5·7.

Das **specifische Gewicht** eines Minerals ist das Gewicht einer Volumeinheit desselben.

Legt man bei den verschiedenen Mineralien als Volumeinheit den Kubikcentimeter zu Grunde, so sind die Zahlen für die specifischen Gewichte dieselben wie die der Dichten.

Ein Kubikcentimeter chemisch reines Wasser wiegt bei 4° C. 1 Gramm.

Doppelbrechung und Polarisation des Lichtes. Durchsichtige tesserale Krystalle oder amorphe Mineralien brechen wie das gewöhnliche Glas einen schief einfallenden Lichtstrahl einfach. Diese einfache Brechung findet im einfach brechenden Körper in jeder Richtung statt. Einaxige Krystalle haben jedoch nur eine oder zwei Richtungen, nach welchen sie das Licht einfach brechen, in jeder andern Richtung theilt sich der durchgehende Lichtstrahl in zwei Lichtstrahlen. Man nennt dies die doppelte Strahlenbrechung, welche allen einaxigen Krystallen und Krystallstücken eigenthümlich ist.

Die doppelte Strahlenbrechung wurde zuerst am isländischen Doppelspathe von dem Dänen E. Bartholin entdeckt und in dessen Werke „Experimenta Crystalli Islandici 1670“ beschrieben.

Die Richtungen, in welchen die doppeltbrechenden Krystalle nur einfache Brechung zeigen, heissen optische Axen. [1]) Die Krystalle des tetragonalen und hexagonalen Systems sind optisch einaxig; ihre optische Axe fällt mit der Richtung der krystallographischen Hauptaxe zusammen. Die rhombischen, mono- und triklinischen Krystalle sind optisch zweiaxig.

Bei den rhombischen Krystallen liegen die optischen Axen in einer der Krystall-Axenebenen; die beiden Winkel, welche diese Axen mit einander bilden, werden durch die in der optischen Axenebene liegenden Krystallaxen halbirt.

Bei den monoklinischen Krystallen liegt die optische Axenebene entweder im klinodiagonalen Hauptschnitte oder in einer darauf senkrecht stehenden Ebene, z. B. in oP, oder in der Ebene eines Hemidomas.

Bei den triklinischen Krystallen lässt sich keine allgemeine Regel für die Lage der optischen Axenebene angeben.

Die Doppelbrechung lässt sich deutlich an einem Spaltungsrhomboëder des isländischen Doppelspaths demonstriren. Legt man dasselbe mit einer Spaltungsfläche auf ein Blatt Papier, auf welches ein Punkt gemacht ist, so sieht man denselben doppelt. Sind an einem solchen Rhomboëder die basischen Pinakoidflächen (oR) angeschliffen, und legt man das Rhomboëder mit einer derselben über den Punkt, so erscheint dieser in der Richtung der Hauptaxe des Rhomboëders, welche zugleich die Richtung der optischen Axe ist, betrachtet, einfach.

---

[1]) Die optischen Axen sind nicht einzelne Linien, sondern Richtungen und können daher an jedem Theile der Krystallsubstanz untersucht werden.

Die Doppelbrechung lässt sich auch an andern durchsichtigen Mineralien mit freiem Auge beobachten, wenn zwei Flächen vorhanden sind, welche zu den optischen Axen und unter einander die gehörige Neigung haben.

Solche Flächen bieten sich entweder als Krystallflächen, wie z. B. die Prismenflächen des Bergkrystalls, oder als Facetten geschliffener Steine dar.

Durch zwei solcher zu einander schiefer Ebenen kann eine Flammenspitze doppelt erscheinen. Auf diese Art untersuchte Haidinger im Jahre 1857 den angeblichen grossen geschliffenen Diamant des Dupoisat, fand denselben doppeltbrechend und bestimmte ihn als Topas.

Die gewöhnliche, in allen Fällen leicht auszuführende Methode, um sich von der Doppelbrechung zu überzeugen, ist die Untersuchung des betreffenden Minerals im polarisirten Lichte.

Alle durchsichtigen doppeltbrechenden Mineralien haben die Eigenschaft, das durch dieselben hindurchgehende Licht in eigenthümlicher Weise zu verändern, d. i. zu polarisiren. Die Polarisation wird erkannt mit Hilfe eigener Instrumente, nämlich der Polarisations-Instrumente oder Polariskope.[1])

Louis Malus entdeckte im Jahre 1808 die Polarisation des Lichtes und wendete diese zur Untersuchung von doppeltbrechenden Körpern an.

Das in der Mineralogie gewöhnlich gebrauchte Polariskop ist die Turmalinzange.

Dieselbe wurde von Seebeck (1813) und von Biot (1814) zuerst angewendet.

Die Turmalinzange besteht aus zwei gegen einander drehbaren durchsichtigen, parallel zur Hauptaxe geschnittenen Turmalinplättchen, welche, in Ringe gefasst, durch eine zangenförmige Feder leicht auf einander gedrückt werden. Die Plättchen erscheinen gegen das Licht gehalten hell, sobald ihre Hauptaxen parallel zu einander sind, jedoch dunkel, wenn die Hauptaxen beider zu einander senkrecht stehen oder sich kreuzen.

Legt man eine doppeltbrechende Krystallsubstanz zwischen die auf Dunkel gestellten (gekreuzten) Turmalinplättchen, so erscheint dieselbe hell. Ist die Krystallsubstanz einfach brechend, so bleibt sie dunkel.

Als Polarisations-Instrumente dienen ferner: Die Andalusitzange (Marx 1826); die Herapathitzange, bei welcher ein von Herapath (1853) dargestelltes künstliches Präparat, Krystallblättchen von schwefelsaurem Jodchinin, angewendet werden; die Nicol'schen Prismen (1828); der Nörrenberg'sche Apparat (1830) u. a.

Pleochroismus. Darunter versteht man die Eigenschaft gewisser durchsichtiger oder durchscheinender, den einaxigen Systemen angehöriger Krystalle, nach zwei oder mehreren Richtungen im durchgehenden Lichte verschiedenfarbig zu erscheinen.

Die Farbenverschiedenheit besteht entweder in verschiedener Nüancirung derselben Farbe oder im Auftreten verschiedener Farbentöne.

---

[1]) gr. *skopéo*, ich schaue, ich prüfe.

Zweifärbigkeit oder Dichroismus kann bei tetragonalen und hexagonalen Krystallen vorkommen, welche dann dichromatische heissen, z. B. Pennin, Turmalin, Korund u. a. Der Dichroismus dieser Krystalle ist am deutlichsten in der Richtung der Hauptaxe und senkrecht darauf.

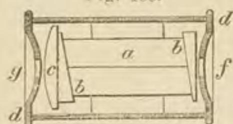
Dreifärbigkeit oder Trichroismus kann nur an rhombischen, monoklinischen und triklinischen Krystallen vorkommen, welche dann trichromatisch sind. Bei rhombischen Krystallen ist der Trichroismus nach den drei Axenrichtungen entwickelt.

Trichromatisch sind z. B. Dichroit, Andalusit, Vivianit, Cyanit, Epidot u. a.

Cordier entdeckte zuerst (1809) an dem von ihm benannten Minerale, dem Dichroit, den Dichroismus. Späteren Untersuchungen (J. Herschel 1829) zu Folge erwies sich der Dichroit als trichromatisch.

Ein sehr brauchbares Instrument zur Untersuchung pleochromatischer Krystalle ist die von Haidinger[1]) im Jahre 1844 construirte dichroskopische Lupe, auch Dichroskop genannt.

Fig. 136.



Dieselbe besteht (Fig. 136) aus einem länglichen Spaltungsstück von Doppelspath (a), an dessen Enden Glasprismen (b) angeklebt sind, um dem Lichtstrahl einen senkrechten Ein- und Austritt zu ermöglichen und dadurch dessen farbige Zerlegung zu verhindern. An der Ocularseite liegt auf dem Glasprisma eine Lupe c. Sieht man durch die runde Oeffnung g, so erscheint die auf der Objectivseite in der Fassung d angebrachte viereckige Oeffnung f vergrössert und doppelt.

Zur Untersuchung des Pleochroismus wird das Probestück vor die viereckige Objectivöffnung f gehalten und durch die runde Oeffnung g im durchgehenden Lichte betrachtet. Die beiden bei f erscheinenden viereckigen Gesichtsfelder werden alsdann bei richtiger Stellung des Apparates, die man durch eine Drehung um höchstens 45° leicht finden wird, verschiedenfarbig erscheinen.

Besondere Licht- und Farbenerscheinungen. Bekannt ist das bunte Farbenspiel des Edelopals; eine bunte Farbenwandlung kommt am Labrador vor; bläulichen Lichtschimmer zeigen der Mikroklin, der Mondstein und der Cymophan, eine Varietät des Chrysoberylls. Einen eigenartigen Lichtschiller besitzt der Avanturin. Convex geschliffen zeigt das Katzenauge (Varietät des Quarzes) einen wandelnden Lichtstreifen. Unter Irisiren versteht man ein Schillern in regenbogenartigen Farben, welches bei durchsichtigen Mineralien durch dünne Luftschichten auf feinen Rissen und Sprüngen oder zwischen Spaltflächen bedingt ist.

[1]) Wilhelm Haidinger (1795—1871), von 1849 bis 1866 Director der geologischen Reichsanstalt in Wien.

Phosphorescenz nennt man eine Lichtentwickelung, welche bei manchen Mineralien durch eine gewisse Behandlung derselben hervorgerufen werden kann; so leuchten z. B. einige Varietäten vom Fluss (Chlorophan), wenn dieselben erwärmt werden; die braune Zinkblende von Kapnik, der Wollastonit, gewisse Dolomite leuchten, wenn sie im Dunklen gerieben oder zerschlagen werden, ganz ähnlich wie es beim Zucker unter diesen Umständen der Fall ist. Quarzstücke leuchten beim Aneinanderreiben und Glimmerplatten beim raschen Zerreissen.

Fluorescenz heisst die Farbenverschiedenheit, welche bei gewissen Varietäten des englischen Flussspaths vorkömmt, wenn man die Krystalle im durchgehenden und im reflectirten Lichte betrachtet.

Farbe und **Farbenzeichnungen.** Unter Körperfarbe eines Minerals versteht man die Farbe, welche dasselbe ohne Rücksicht auf den Glanz im reflectirten oder im durchgehenden Lichte zeigt. Bei vielen Mineralien ist die Farbe charakteristisch für die Species oder Art, bei vielen andern dient sie aber nur zur Charakteristik gewisser Varietäten.

Neben den einfachen Farben sind mitunter gewisse Farbenzeichnungen, die ruinenartig, dendritisch (baumartig), bandartig, moosartig, gefleckt und anders gestaltet sein können, von einiger Bedeutung.

Die Farbe der Mineralien bleibt nicht immer unverändert. Sie ändert sich mitunter an der Oberfläche und das Mineral erscheint dann ein- oder mehrfarbig angelaufen.

Schwarz angelaufen findet man oft das Silber, das Arsen u. a.; buntfärbig den Antimonglanz, Brauneisenstein, Eisenglanz, Kupferkies, das Wismuth u. s. w.

Glanz ist eine Erscheinung, welche durch die Reflexion des Lichtes, abgesehen von der Körperfarbe, bedingt ist. Man unterscheidet metallischen und nicht metallischen Glanz. Zu dem letzteren gehört der Demantglanz (Diamant, manche Zinkblende), Glasglanz (Bergkrystall, Beryll, Doppelspath), Fettglanz (gemeiner Quarz, Schwefel, Pechstein), Perlmutterglanz (Adular, Gyps, manche Zeolithe, Bitterspath) etc.

Metallische Farbe, metallischer Glanz und Undurchsichtigkeit bedingen den metallischen Habitus.

Strich. Unter Strich der Mineralien versteht man die Beschaffenheit ihres Pulvers in Bezug auf Farbe und Glanz. Man untersucht den Strich am einfachsten dadurch, dass man das Mineral auf einer Platte aus unglasirtem Porzellan (Bisquit-Platte) oder auf einer feinen Feile streicht. Der Strich ist für viele Mineralien ein wichtiges Kennzeichen.

Die Metalle haben im Striche dieselbe Farbe und denselben Glanz, die den Metallen im Aussehen ähnlichen Kiese und Glanze haben einen dunklen matten Strich, der Magneteisenstein hat einen schwarzen, der ihm sehr ähnliche Chromeisenstein hat einen braunen Strich u. s. w.

Magnetisch sind manche eisenhältige Mineralien. Ihre magnetische Kraft lässt sich durch ihre anziehende (paramagnetische) Wirkung auf die Magnetnadel erkennen. Polarisch-magnetisch sind manche Varietäten des Magneteisensteins, welche alsdann einen bestimmten Pol der Magnetnadel an einer Stelle anziehen, an einer andern abstossen. Eisenfeilspäne werden von solchen Magneteisensteinen angezogen. Mineralien, welche von beiden Polen eines kräftigen Magnets abgestossen werden, wie z. B. das Wismuth, heissen diamagnetisch.

Elektricität wird an einigen Mineralien erregt durch Reiben (Bernstein, Quarz), durch Druck (Doppelspath) oder durch Erwärmen (Thermoelektricität des Turmalins).

In **thermischer** Beziehung ist zu erwähnen, dass die meisten Mineralien sehr gute Wärmeleiter sind. Das Verhalten des Minerals beim Erhitzen, seine leichtere oder schwerere Schmelzbarkeit sind Eigenschaften, die mitunter als Kennzeichen benützt werden.

Der **Geschmack** ist eine Eigenschaft, welche mit der Löslichkeit gewisser Mineralien im Speichel und im Wasser zusammenhängt. Für solche ist er ein wichtiges unterscheidendes Merkmal.

Geruch zeigen manche Mineralien an und für sich, oder beim Erwärmen, Zerschlagen, Reiben und Anhauchen.

Auch beim **Anfühlen** lassen einige Mineralien gewisse charakteristische Verschiedenheiten erkennen. Einige fühlen sich fettig an, andere mager oder rauh. Gute Wärmeleiter fühlen sich kühler an als schlechte.

Auf diese Art kann man Edelsteine, die zu den guten Wärmeleitern gehören, von ihren Glasimitationen (Pierres de Strass), welche die Wärme schlechter leiten, unterscheiden.

C) Mineral-Chemie.

Die Bestimmung der chemischen Constitution der Mineralien sowie die in der Zusammensetzung der Mineralien begründeten chemischen Reactionen gehören der Chemie an, einer Wissenschaft, deren grundsätzliche Lehren, soweit dieselben in dem engen Rahmen dieses Buches zur Anwendung kommen, in jedem Leitfaden der Chemie nachgelesen werden können.

Im Nachstehenden folgt eine übersichtliche Zusammenstellung der 64 bis jetzt bekannten Elemente:[1])

---

[1]) Die Atomgewichte sowie die Dichten sind dem Buche: „Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statik von Lothar Meyer, Breslau 1872“ entnommen. Die Dichtezahlen beziehen sich auf die Temperatur 0°.

Elemente	Symbol	Atom-gewicht	Dichte
A. Ametalle.			
Wasserstoff (Hydrogenium)	H	1	—
Sauerstoff (Oxygenium)	O	15·96	—
Schwefel (rhomb.) (Sulfur)	S	31·98	2·04
Selen	Se	78	4·6
Tellur	Te	128	6·25
Chlor (flüssig)	Cl	35·37	1·38
Brom (flüssig)	Br	79·75	2·97
Jod	J	126·53	4·95
Fluor	Fl	19·1	—
Stickstoff (Nitrogenium)	N	14·01	—
Phosphor	P	30·96	2·3
Bor	B	11	2·68
Silicium	Si	28	2·49
Kohlenstoff (Carbonium)	C	11·97	3·3 Diamant 2·15 Graphit
B. Metalle.			
1. Leichte Metalle.			
a) Metalle der Alkalien.			
Kalium	K	39·04	0·86
Rubidium	Rb	85·2	1·52
Cäsium	Cs	132·7(?)	—
Natrium	Na	22·99	0·97
Lithium	Li	7·01	0·59
b) Metalle der alkalischen Erden.			
Baryum	Ba	136·8	—
Strontium	Sr	87·2	2·5
Calcium	Ca	39·9	1·57
Magnesium	Mg	23·94	1·74
c) Metalle der Erden.			
Aluminium	Al	27·3	2·56
Beryllium	Be	9·3 (?)	2·1
Zirkonium	Zr	90	4·15
Yttrium	Y	61·7 (?)	—
Erbium	E	112·6(?)	—
Thorium	Th	231·5(?)	—
Lanthan	La	94 (?)	—

Elemente	Symbol	Atom-gewicht	Dichte
Didym	Di	95 (?)	—
Cerium	Ce	92 (?)	—
2. Schwere Metalle.			
a) Unedle Metalle.			
Kobalt (Cobaltum)	Co	58·6	8·5
Nickel	Ni	58·6	8·8
Eisen (Ferrum)	Fe	55·9	7·8
Mangan	Mn	54·8	8
Uran	U	120	—
Chrom	Cr	52·4	6·8
Zink	Zn	64·9	7·15
Gallium	—	—	—
Cadmium	Cd	111·6	8·65
Indium	In	113·4	7·42
Blei (Plumbum)	Pb	206·4	11·38
Thallium	Tl	202·7	11·86
Kupfer (Cuprum)	Cu	63·3	8·8
Wismuth (Bismuthum)	Bi	210	9·82
Antimon (Stibium)	Sb	122	6·7
Arsen	As	74·9	5·67
Vanadin	V	51·2	5·5
Molybdän	Mo	95·6	8·6
Wolfram	W	184	19·13
Zinn (Stannum)	Sn	117·8	7·29
Titan	Ti	48	—
Tantal	Ta	182	10·8 (?)
Niobium	Nb	94	6·27 (?)
b) Edle Metalle.			
Quecksilber (Hydrargyrum)	Hg	199·8	13·59
Silber (Argentum)	Ag	107·66	10·5
Gold (Aurum)	Au	196·2	19·3
Platin	Pt	196·7	21·15
Palladium	Pd	106.2	11·5
Rhodium	Rh	104·1	12·1
Ruthenium	Ru	103 5	11·3
Iridium	Ir	196·7	21·15
Osmium	Os	198·6	21·4

Die Metalle sind durch ihre Undurchsichtigkeit, durch ihren eigenthümlichen Metallglanz und die damit verbundene, metallische Farbe, durch gute Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektricität charakterisirt. In chemischer Beziehung sind die Metalle durch ihre Fähigkeit, mit Sauerstoff basische Verbindungen zu bilden, ausgezeichnet.

Antimon und Arsen stehen in ihrem chemischen Verhalten den Ametallen so nahe, dass sie gleichsam einen Uebergang zwischen Metallen und Ametallen bilden.

Ein Metall als solches nennt man, im Gegensatze zu seinen Verbindungen, gediegenes Metall.

Schwermetalle heissen alle Metalle, deren Dichte über 5 ist. Diese Metalle heissen auch Erzmetalle und die Mineralien, welche sie in ihren Verbindungen als Hauptbestandtheil enthalten, Erze.

Edle Metalle sind solche Schwermetalle, die an der Luft nicht oxydiren und durch blosses Glühen aus ihren Sauerstoffverbindungen reducirt werden können.

Die Leichtmetalle zerfallen in solche der Alkalien, der alkalischen Erden und der Erden, je nachdem ihre Basen in Wasser leicht, schwerer oder gar nicht löslich sind.

Die Prüfung eines Minerals in Bezug auf den einen oder den andern chemischen Bestandtheil desselben geschieht auf nassem oder auf trockenem Wege mit Zuhilfenahme gewisser Reagentien. Bei letzterer Methode wird das Mineral für sich oder mit Reagentien geglüht und auf diese Art aus den sich darbietenden Veränderungen bestimmt. Zu dieser Art der Untersuchung bedient man sich des sogenannten Löthrohrs, welches ein Blasrohr darstellt, mittelst dessen man aus einer feinen Oeffnung Luft in eine Flamme bläst, und dessen Spitze man mehr oder weniger tief in die Flamme einführen kann. Diese wirkt in ihrem inneren Theile desoxydirend (Reductionsflamme), in ihrem äusseren Theile oxydirend (Oxydationsflamme).

Wie die Krystallisation, so ist auch die chemische Constitution ein charakteristisches Merkmal für die Mineralspecies.

Mineralien, welche bei gleicher chemischer Zusammensetzung verschiedene morphologische und physikalische Eigenschaften haben, somit verschiedenen Species angehören, heissen dimorph oder trimorph, je nachdem die Verschiedenheit von zweierlei oder dreierlei Art ist.

Bei Elementen nennt man dieses Verhältnis auch die Allotropie[1]) des Elementes (allotropische Zustände).

Dimorph sind z. B. kohlensaurer Kalk (Calcit und Aragonit), Doppeltschwefel-Eisen (Pyrit und Markasit) u. a.; trimorph ist z. B. der Kohlenstoff (Diamant, Graphit und Anthracit) u. a.

---

[1]) gr. *állos*, ein anderer; *tropos*, Wendung, Art.

Mineralien, welche bei verschiedener chemischer Zusammensetzung eine übereinstimmende oder nahe übereinstimmende Krystallisation haben, heissen isomorph.[1]) Im letzteren Falle könnte man sie wohl richtiger homöomorph[2]) nennen.

Die tesseralen Krystalle erscheinen alle isomorph. Bei der mannigfaltigen chemischen Zusammensetzung sind es aber in Wirklichkeit nur solche, bei denen der Combinationscharakter[3]) und allenfalls auch die Spaltbarkeit übereinstimmend sind. In den einaxigen Krystallsystemen müssen die isomorphen Krystallreihen übereinstimmende oder, was das Gewöhnliche ist, nahe übereinstimmende Grundgestalten haben. In diesem Falle lässt sich in dem Typus der chemischen Verbindungen entweder eine gewisse Analogie oder eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen.

Elemente oder chemische Bestandtheile analoger isomorpher Verbindungen können sich ohne Störung der Krystall-Isomorphie in beliebigen Mengen vertreten und heissen deshalb vicarirende[4]) Elemente oder Bestandtheile.

Isomorph sind: Korund und Hämatit; Aragonit und Weissbleierz, Spatheisenstein, Smithsonit, Magnesit und Calcit; Baryt, Cölestin, Witherit und Strontianit u. s. w.

II. Abtheilung.

Systematik und Physiographie.[5])

Die Systematik bezweckt eine übersichtlich geordnete Zusammenstellung der Mineralien in kleinere und grössere Gruppen. Die kleinste Gruppe, welche der Systematik zu Grunde gelegt wird, ist die Species oder Art.

Unter einer Species versteht man den Inbegriff aller Mineralien, welche in allen wesentlichen (morphologischen, physikalischen und chemischen) Eigenschaften übereinstimmen.

Alle Krystallformen derselben Species können von derselben Grundgestalt abgeleitet werden, gehören somit einer und derselben Krystallreihe an. Zeichnen sich einzelne Mineralien derselben Species durch zufällige oder unwesentliche Merkmale aus, so gelten dieselben als Varietäten.

Die Species werden nach ihrer Aehnlichkeit wieder in höhere Gruppen zusammengestellt. Diese reiht man zu Ordnungen und letztere zu Klassen zusammen.

---

[1]) gr. *isos*, gleich. [2]) gr. *homöos*, ähnlich. [3]) holoëdrisch oder in gleicher Weise hemiëdrisch. [4]) lat. *vicarius*, stellvertretend. [5]) gr. *physis*, Natur, Beschaffenheit.

Die Anordnung des Systems kann eine sehr verschiedene sein je nach den Ansichten über den Werth der morphologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften. Alle Mineralsysteme sind künstliche Systeme. Das diesem Buche zu Grunde gelegte System ist vorwaltend in den chemischen Eigenschaften der Mineralien begründet.

Die Beschreibung der Mineralspecies ist Aufgabe der Physiographie. Diese wird nach dem Grade der Wichtigkeit der zu beschreibenden Species eine mehr oder weniger ausführliche sein.

I. Classe: Elemente.

1. Ordnung: Metalle.[1]

Hierher gehören die edlen Schwermetalle: Gold, Silber, Platin und Quecksilber; die unedlen Schwermetalle: Kupfer, Eisen, Wismuth, Antimon und Arsen.

Diese in der Natur gediegen vorkommenden Metalle haben eine geringe Härte, grosse Dichte (über 5), metallischen Glanz und metallische Farbe im Ansehen sowie im Striche.

Gold.

Das gediegene Gold findet sich als Berggold auf primärer Lagerstätte theils tesseral krystallisirt, theils in blechförmigen Aggregaten oder eingesprengt im Gebirgsgesteine vor. Als Waschgold kommt es im aufgeschwemmten Lande, d. i. auf secundärer Lagerstätte, in grösseren und kleineren Klumpen (engl. Nuggets), Körnchen oder in Schuppen und Flittern vor.

Die gewöhnlichen Krystallformen des Goldes sind das Oktaëder und das Hexaëder. Das gediegene Gold ist stets mehr oder weniger mit Silber legirt, daher in der Farbe, Härte und in der Dichte verschieden. Die Härte beträgt 2—3, die Dichte 12—19; die Farbe ist um so lichter gelb, je mehr das Gold Silber enthält.

Das Berggold findet sich am häufigsten in Quarzgängen (Quarzriffen) der krystallinischen Urgesteine (Granit, Syenit, Gneiss, Talkschiefer, Urthonschiefer) und der silurischen Formation oder wie in Siebenbürgen und Ungarn in jüngeren Eruptivgesteinen (Trachyt).

Zur Gewinnung des Goldes aus den goldhältigen Gesteinen werden dieselben fein gepocht und das Gold aus dem Pulver (Schlich) entweder durch den Wasch- oder den Amalgamationsprocess mittelst Quecksilbers gewonnen.

Der bei weitem grösste Theil der Goldausbeute ist „Waschgold", d. h. Gold, welches aus Lehm-, Sand- und Geröll-Ablagerungen gewonnen wird, die in grösserer oder geringerer Mächtigkeit an den Abhängen und in den Thälern des goldhältigen

[1] Ueber „Metalle" siehe Seite 41.

Gebirges (Grundgebirges) abgelagert sind. Diese goldführenden Ablagerungen (Gold-Alluvionen, Goldseifen), welche bei einiger Ausdehnung „Goldfelder“ genannt werden, haben sich im Verlaufe grosser geologischer Zeiträume durch Verwitterung und Abtragung des goldhältigen Gebirges gebildet. Wegen der grossen Dichte des Goldes kann man durch den Waschprocess selbst noch die kleinsten Schüppchen von den viel leichteren erdigen Bestandtheilen trennen.

Man bedient sich beim Goldwaschen schmaler, hölzerner Kästen, der sogenannten Waschrinnen, die etwas schief gestellt sind und an deren Boden Querleisten angebracht sind. Wird das Waschmaterial, welches mitunter früher gepocht wird, unter stetem Zufluss von Wasser in die Rinne geschüttet, so kollert das leichtere Material fort und die schweren Goldtheilchen bleiben an den Querleisten liegen. Zum Schlusse wäscht man das von den Querleisten genommene Material in flachen Blechschüsseln unter fortwährendem Hin- und Herschwenken vollends rein aus.

Bedeutende Goldwäschereien sind in Canada (seit 1837), im Ural und in Sibirien (seit 1839), in Californien (seit 1848), in Australien (seit 1850), in Neuseeland (seit 1859), ferner im Altai und in Südamerika. In Europa findet sich Waschgold in Siebenbürgen (bei Olahpian), auch im Rhein und in der Donau.

Die grössten Goldklumpen sind in Australien in der Goldcolonie (Victoria) gefunden worden. Im Jahre 1858 fand man den Klumpen „Welcome Nugget“, welcher 184 engl. Pfd. (83·5 Kilogr.) wog und um 105.000 fl. verkauft wurde.

Gold wird auch aus den im siebenbürgisch-ungarischen Grenzgebiete (Offenbanya, Nagyag) vorkommenden Golderzen, den Tellurgoldverbindungen (Sylvanit, Nagyagit) und auch aus goldhältigen Eisenkiesen gewonnen.

Die goldergiebigsten Länder der Erde sind: Australien mit Neu-Seeland, Amerika und das asiatische Russland. In Europa liefern Siebenbürgen (Vöröspatak, Nagyag, Offenbanya u. a.) und Ungarn (Schemnitz, Kremnitz, Orawitza) das meiste Gold.

Das Gold ist seit dem frühesten Alterthume bekannt. Im Mittelalter trieben Adepten die Goldmacherkunst oder Alchemie. Man trachtete nach dem Stein der Weisen (Magisterium mundi), welcher die Eigenschaft habe, unedle schmelzbare Metalle in Gold umzuwandeln.

Reines Gold hat eine ihm eigenthümliche goldgelbe Farbe und hohen metallischen Glanz. Es ist weicher als Silber, fast so weich wie reines Blei, und hat geschmolzen, D = 19·2, gehämmert, D = 19·3. Es hat unter allen Metallen die grösste Dehnbarkeit [1], dünne Platten sind grünlich durchscheinend. Das Gold verändert sich weder an der Luft noch wird es durch Schwefelwasserstoffgas wie das Silber schwarz gefärbt. In Königswasser ist es löslich, mit Quecksilber verbindet es sich zu einem Amalgam. Das reine Gold ist für die Benützung zu weich, es wird daher gewöhnlich mit Kupfer legirt. Der Feingehalt von Goldgeräthen wird in mehreren Staaten durch ein Punzirungsgesetz bestimmt. Bei gleichem Gewichte verhält sich der Goldwerth zum Silberwerthe beiläufig wie 15 : 1, seit Einführung der Goldwährung in vielen Staaten wie 16 : 1.

---

[1] Aus einem Ducaten schlägt man bei uns 500 Plättchen à 4 Quadratzoll.

Silber.

Das gediegene Silber kommt tesseral krystallisirt, meistens aber in haar- oder drahtförmigen, mitunter auch in dendritischen Aggregaten sowie derb auf Gängen vor. Die Farbe des Silbers ist weiss, oft aber ist es gelblich oder schwärzlich angelaufen. Es hat die Härte = 2·5—3, die Dichte = 10—11, je nach den Beimengungen (Kupfer, Gold), welche im gediegenen Silber häufig, wenn auch in geringer Menge vorkommen. Das Silber ist milde und dehnbar. Es findet sich in Gesellschaft von Silbererzen auf Gängen des Ur- und Uebergangsgebirges.

Als Gemengtheil von Gebirgsgesteinen gleich dem Golde kommt das Silber nicht vor, ausser stellenweise in der nächsten Nähe der Silbergänge. In einer Gebirgsregion sind gewöhnlich mehrere solcher Gänge vorhanden, während sie in grossen weitverbreiteten Strecken oft gänzlich fehlen. Diese eigenthümliche Art des Vorkommens macht es begreiflich, dass das Silber nicht gleich dem Golde im aufgeschwemmten Lande und im Sande der Flüsse sich findet.

Viele Silbergänge reichen bis an die Oberfläche der Erde und erscheinen in Folge der allmähligen Abtragung der letzteren entblösst, so dass sie zur frühen Entdeckung dieses Metalls führen mussten.

Im Alterthume lieferte namentlich Spanien (Pyrenäen, Andalusien) den Phöniciern und Karthagern, Laurion bei Athen den Griechen viel Silber. Seit dem Mittelalter sind Silberbergbaue am Rammelsberg bei Goslar (Harz), in Schemnitz etc. in Ungarn, zu Schneeberg, Joachimsthal im Erzgebirge, Przibram in Böhmen, zu Freiberg in Sachsen, zu Wittichen im Schwarzwalde, Sala in Schweden und zu Kongsberg in Norwegen im Gange. Im asiatischen Russland ist der Schlangenberg am Altai seines Silberreichthums wegen bekannt.

Seit der Entdeckung Amerikas wird bei weitem das meiste Silber in diesem Lande gewonnen. Am berühmtesten sind die Silberminen in Mexiko (silberreichstes Land der Erde), Peru und in Chile. Aber auch Nordamerika (Californien, Nevada etc.) liefert gegenwärtig bedeutende Mengen Silber.

Viel Silber wird aus den Silbererzen (Giltigerzen), sowie aus silberhältigem Bleiglanze (z. B. in Przibram) und aus silberhältigem Kupferkies (z. B. aus den Mannsfelder Schiefern) dargestellt.

Das reine Silber ist das weisseste Metall und hat einen sehr hellen Klang. Seine Dehnbarkeit steht nur der des Goldes nach. Seine Dichte ist 10·5. In Salpetersäure (Scheidewasser) ist es löslich, an der Luft läuft es leicht an, indem es durch Schwefelwasserstoff in Folge der Bildung von Schwefelsilber schwarz wird. Um das Silber härter zu machen, wird es mit Kupfer legirt. Die Legirung untersteht den Punzirungsvorschriften wie jene des Goldes. [1])

Platin.

Das gediegene Platin krystallisirt tesseral (Krystalle selten), hat eine stahlgraue Farbe, ist geschmeidig und dehnbar.

---

[1]) Aus einem Münzpfund (500 Gramm) reinen Silbers prägt man bei uns 45 Gulden ö. W. mit dem Feingehalt von 900 Tausendtheilen.

Von Luft und Feuchtigkeit wird es selbst bei hoher Temperatur nicht afficirt. Es ist bei Weissglühhitze schweissbar wie Eisen und kann nur im Gebläse des Knallgases oder in dem eines Gemenges von Leuchtgas mit Sauerstoff geschmolzen werden. Platin ist nur in Königswasser löslich, mit Quecksilber amalgamirt es sich nicht. Unter allen Schwermetallen besitzt es das geringste Wärmeleitungsvermögen und zeigt die geringste Ausdehnung beim Erwärmen.

Das gediegene Platin kommt immer mit 16—26 Proc. von andern Metallen, wie Eisen, Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium u. a. verunreinigt vor, weshalb es von Hausmann Polyxen[1]) genannt wurde. Die Härte desselben ist 5·5, seine Dichte = 16—20, während reines Platin die Dichte = 21—21·5 besitzt. Das gediegene Platin kommt nur auf secundären Lagerstätten, meist mit Gold vor und wird durch den Waschprocess wie das Waschgold gewonnen.

Das Platin wurde durch Antonio d'Ulloa[2]) gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts unter dem Namen Platiña del Pinto in Europa bekannt. Die ersten Funde wurden in den Goldwäschen am Flusse Pinto in Neu-Granada (Südamerika) lange vor d'Ulloa gemacht. Später fand man es in Amerika, auch in Brasilien, auf S. Domingo und in Californien. Im Jahre 1822 hat man es im Ural (bei Tagil oder Nischne-Tagilsk), wo das meiste Platin gewaschen wird[3]), und im Jahre 1831 auch auf der Insel Borneo gefunden.

Russland gewinnt jährlich bei 30 Centner, Amerika und Borneo gewinnen bei 6—8 Centner.

Seiner chemischen Widerstandsfähigkeit wegen eignet sich das Platin ganz besonders zu chemischen Apparaten.

Quecksilber (Merkur).

Das gediegene Quecksilber ist das einzige Metall, welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist; es hat eine zinnweisse in's Bläuliche gehende Farbe, einen ausgezeichneten Metallglanz und besitzt, wenn es rein ist, bei 0° die Dichte = 13·6. Bei — 40° C. erstarrt es und soll tesseral krystallisiren. Bei 360° C. siedet es, verflüchtigt sich jedoch schon bei gewöhnlicher Temperatur; sein Dunst sowie die Quecksilberverbindungen wirken auf den thierischen Organismus giftig.

Das gediegene Quecksilber kommt in den älteren Sedimentformationen in Gesellschaft von Zinnober und im Verhältnisse zu dem Vorkommen dieses Minerals nur in unbedeutenden Mengen vor.

Es findet sich zu Almaden[4]) in Spanien in der silurischen

---

[1]) gr. *polýxenos*, viele Gäste habend. [2]) Span. Mathematiker, Mitglied der berühmten Gradmessung am Aequator im Jahre 1735. [3]) Im Ural hat man Klumpen bis zu 20 Pfd. im Gewichte gefunden. Daselbst ist das Platin wahrscheinlich ursprünglich mit Chromit im Serpentin eingewachsen. [4]) Die Gruben liegen in der Sierra morena, dem „schwarzen Gebirge".

Formation und wird daselbst seit 300 Jahren v. Chr. abgebaut, ferner zu Idria in Krain in der Trias (seit 1497 im Baue), in Rheinbaiern, Peru, Californien (seit 1850 bekannt), in China und in Japan.

Das gewöhnliche Material für die Quecksilbergewinnung ist der in der Natur mehr oder weniger verunreinigt vorkommende Zinnober. In manchen Gegenden (Ungarn, Tirol) wird Quecksilber theilweise als Nebenproduct bei der Verarbeitung quecksilberhältiger Fahlerze erhalten.

Neu-Almaden in Californien producirte im Jahre 1865 bei $3^1/_2$ Mill. Pfd. Metall; Spanien in demselben Jahre bei 20.000 Ctr.; Idria erzeugt jährlich bei 6000 Ctr. Quecksilber.

Auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 hatte Idria 150 Ctr. Quecksilber ausgestellt, welches, den Centner nach dem damaligen Preise zu 350 fl., einen Werth von 52.000 fl. repräsentirte. Das Quecksilber Idrias wird zum Transporte zu je 50 Pfd. in doppelte weissgare Schafbockleder-Beutel gebunden und zwei solcher Beutel in ein hölzernes Fässchen (Lagl) verpackt. Anderwärts transportirt man dieses Metall in schmiedeisernen Flaschen.

Das Quecksilber dient zur Ausziehung von Gold und Silber aus den gepochten Erzen (Schlichen) durch den Amalgamationsprocess, zur Bereitung von Zinnober, zur Spiegelbelegung, zur Feuervergoldung, zur Füllung von Baro- und Thermometern, und vielen chemisch-technischen, pharmaceutischen Präparaten etc.

Quecksilber und Zinnober waren schon Jahrhunderte v. Chr. bekannt. Isidorus (700 n. Chr.) erkannte die auflösende Wirkung des Quecksilbers auf andere Metalle und seinen schädlichen Einfluss auf den thierischen Organismus. Die Alchemisten machten mit dem Quecksilber zahllose Versuche. Lavoisier bestimmte es (1785) als einen einfachen Körper.

Kupfer.

Das Kupfer findet sich gediegen und vererzt in der Natur. Das gediegene Kupfer kommt tesseral krystallisirt in zähnigen, plattenförmigen, dendritischen Aggregaten ähnlich wie das Silber, und derb vor. Das reine Kupfer hat eine kupferrothe Farbe und grosse Dehnbarkeit. Seine Härte ist gering, die Dichte beträgt 8·5—8·9. An der Luft läuft das Kupfer rothbraun (Kupferoxydul) oder schwarz (Kupferoxyd) an. Lange mit feuchter Luft in Berührung, überzieht es sich mit einer grünen Kruste von Kupfercarbonat (Malachit), dem Edelrost „aerugo nobilis“ oder der Patina, wie dieser Ueberzug bei ehernen oder kupfernen Antiken genannt wird. In Säuren löst es sich mit blauer oder grüner Farbe auf.

Grünspan ist essigsaures Kupferoxyd. Nach Silber ist Kupfer der beste Elektricitätsleiter. Zum Giessen eignet sich das reine Kupfer nicht, da es poröse Güsse liefert. Eine kleine Beimengung von Zinn oder Zink behebt diesen Uebelstand.

Cementkupfer heisst dasjenige Kupfer, welches aus kupfervitriolhältigen Grubenwässern (Cementwässern), wie sie in

Ungarn, am Harz, in Schweden und anderwärts vorkommen, durch Hineinlegen von Eisenstücken gewonnen wird.

Das gediegene Kupfer, welches nur wenig verunreinigt zu sein pflegt, findet sich in Verbindung mit Kupfererzen in grösserer Menge in Nordamerika besonders am „Oberen See“ (Lake superior), ferner in England (Cornwall), am Ural, im Gouv. Perm (bei Bogoslowsk und Nischne-Tagilsk, daselbst mit Malachit), in Australien, in Japan etc.

Der Abbau in der Kupferregion am Oberen See nahm im Jahre 1844 seinen Anfang. Compacte Kupfermassen im Gewichte von Tausenden von Centnern wurden hier blossgelegt. Besonders prachtvoll sind die Stufen, an welchen gediegenes Silber mit dem Kupfer unmittelbar verwachsen vorkommt.

Bei weitem das meiste Kupfer wird aus den Kupfererzen gegewonnen.[1])

Das Kupfer wird als solches vielfach verarbeitet, dient aber auch zu einigen wichtigen Legirungen, wie Bronce (Kupfer mit Zinn), Messing (Kupfer mit Zink) und Pakfong (Messing mit Nickel).

In der Culturgeschichte erscheint das Kupfer als Vorläufer des Eisens. Die Bibel erwähnt Jahrtausende vor Christo kupferner Gefässe. Die antike Bronce wurde wahrscheinlich durch Zusammenschmelzen von Zinnerzen mit geschwefelten Kupfererzen erhalten. Die Phönicier und die trojanischen Helden kämpften mit broncenen (ehernen) Waffen. Die Römer bedienten sich der Bronce mehr zu Münzen, Kunstwerken, Schmucksachen etc.

Unser Messing soll in Deutschland erst im 16. Jahrhundert dargestellt worden sein. Pakfong stammt aus China, von wo es vor ein paar Jahrhunderten nach Europa kam. Bei uns besteht die Fabrikation desselben erst seit circa 40 Jahren.

Eisen.

Das gediegene Eisen ist als tellurisches[2]) und als meteorisches[3]) bekannt. Das erstere findet sich in Körnern, Blättchen oder in kleinen Partien bisweilen eingesprengt in manchen Gesteinen wie z. B. im Basalt, ist aber wegen seiner geringen Menge als gediegenes Eisen von keiner Bedeutung. Das Meteoreisen, welches kosmischen[4]) Ursprungs ist, kommt in verschieden grossen Klumpen oder eingesprengt in Meteorsteinen (Aërolithen)[5]) vor.

Eisen krystallisirt tesseral. Oktaëder wurden zuweilen am künstlich dargestellten Eisen gefunden.

Das Meteoreisen hat eine graue, an der Aussenseite der Fundstücke in's Schwarze gehende Farbe, ist mitunter deutlich hexaëdrisch spaltbar, hat einen hackigen Bruch, ist geschmeidig und dehnbar und wirkt stark auf die Magnetnadel. Es ist

---

[1]) Im Mannsfeld'schen Kupferbergbau, welcher seit Jahrhunderten im Gange ist, wird Kupfer aus silberhältigem Schwefelkupfer, im bituminösen Schiefer der Zechsteinformation enthalten, gewonnen. Im Jahre 1860 wurden daselbst 60.000 Ctr. Kupfer erzeugt.
[2]) lat. *tellus*, Erde. [3]) gr. *meteōron*, in der Luft befindlich. [4]) gr. *Kósmos*, Welt, Weltall.
[5]) gr. u. lat. *aër*, Luft; gr. *lithos*, Stein.

schweissbar, sehr strengflüssig und hat die H = 4—4·5, die D = 7—7·8. Es enthält Nickel (gewöhnlich 3—8 Proc.) und hat auch mitunter Graphit, Olivin, Magnetkies etc. eingeschlossen.

Viele Meteoreisen sind nicht homogen und zeigen auf geschliffenen Flächen, welche mit verdünnter Salpetersäure geätzt werden, die sogenannten Widmanstätten'schen Figuren. [1])

Als Meteoreisenmassen wurden erkannt:

Das „Pallaseisen" von Krasnojarsk in Sibirien, von Kosaken im Jahre 1771 aufgefunden, 1600 Pfd. schwer; der „verwünschte Burggraf von Ellbogen", 191 Pfd. schwer, wahrscheinlich im 14. Jahrh. gefallen, im Jahre 1811 als Meteorit erkannt; das Eisen von Lenarto in den Karpathen, 194 Pfd., im Jahre 1814 entdeckt; von Bohumilitz in Böhmen, 103 Pfd., im Jahre 1829 gefunden; von Arva in Ungarn, mehrere Stücke 1—70 Pfd. schwer, im Jahre 1844 aufgefunden; centnerschwere Massen in Amerika, z. B. im Tolucathal in Mexiko im Jahre 1784, in Australien im Jahre 1861 u. s. w.

Beim Falle wurden beobachtet:

Das Meteoreisen von Agram im Jahre 1751; von Braunau in Böhmen im Jahre 1847 u. s. w.

Die Meteorsteine bestehen im allgemeinen aus einer grauen, steinigen Masse und enthalten bisweilen Eisen eingesprengt; sie haben eine schwarze, firnissartige, glänzende, papierdünne Schmelzrinde. Sie fallen meistens in grosser Anzahl, die Stücke sind jedoch nie so gross wie beim Meteoreisen und verwittern leicht in der Erde.

Meteorsteinfälle sind bekannt von: L'Aigle in der Normandie (2000—3000 Steine von $^1/_2$ Loth bis 18 Pfund im Gewichte, gefallen im Jahre 1803); von Stannern in Mähren (mehr als 100 Steine 1—3 Pfund schwer, im Jahre 1808 gefallen); von Ohaba in Siebenbürgen (1857); von Borkut in Ungarn (1852) von Knyahinya[2]) in Ungarn (1866) u. s. w.

Die Erze, aus welchen das zu technischen Zwecken benützte Werkeisen (Gusseisen) durch den Hohofenprocess dargestellt wird, sind: Magneteisenstein, Hämatit, Brauneisenstein und Spatheisenstein.

Die Eisenerzeugung sowie der Gebrauch des Eisens waren schon den ältesten Culturvölkern, den Aegyptern, Babyloniern und Indiern bekannt. Durch die Phönicier gelangte die Kenntnis des Eisens nach Griechenland und mit der Verbreitung der Cultur weiter nach Westen. Bei den Römern war das Eisen aus Spanien, das von Elba und das aus dem Noricum berühmt.

Die unvollkommene Schmelzmethode der Eisenerze machte, dass das Eisen selten und theuer war. Es dauerte daher sehr lange, ehe das Kupfer oder das Erz zum Gebrauche von Waffen und Werkzeugen vom Eisen gänzlich verdrängt wurde. Den Alten war nur Eisen und Stahl bekannt. Ein umfangreicherer Gebrauch des Eisens konnte erst durch die Einführung grösserer Schmelzöfen, durch die Darstellung von Gusseisen, wie sie im 16. Jahrhundert in Aufnahme kam, erzielt werden.

Wismuth.

Dasselbe kommt ziemlich selten, zumeist nur gediegen in der Natur vor. Es krystallisirt hexagonal, selten deutlich, und

---

[1]) A. Widmanstätten, (1753—1849), Director des kais. Fabriksproducten-Cabinets in Wien, hat im Jahre 1808 am Agramer Eisen die Aetzfiguren des Meteoreisens entdeckt.

[2]) Daselbst sind über 1000 Stücke gefallen, das grösste 593 Pfund schwer ist im kais. Hofmineraliencabinet aufbewahrt.

ist nach oR vollkommen spaltbar. Gewöhnlich findet sich das Wismuth in gestrickten dendritischen Aggregaten, auch derb oder eingesprengt vor. Es hat eine röthlich-weisse Farbe, die aber oft bunt überlaufen ist. Das Wismuth ist sehr milde und nicht dehnbar; wenn es rein ist, hat es die H = 2—3, D = 9·8; es schmilzt bei 264° C. und ist das am meisten diamagnetische Metall.

Am Wismuth hat Faraday im Jahre 1846 zuerst den Diamagnetismus [1]) erkannt. Diamagnetisch sind: Wismuth, Antimon, Zink, Zinn u. a.; magnetisch: Eisen, Nickel, Kobalt u. a.

Das gediegene Wismuth kommt meist mit kobalt- und nickelhältigen Kiesen zusammen vor und findet sich im sächsisch-böhmischen Erzgebirge (Schneeberg, Joachimsthal), woselbst auch das meiste Wismuth gewonnen wird.

Wegen seiner leichten Schmelzbarkeit kann das Wismuth aus dem Gestein in welchem es eingesprengt vorkommt durch Ausschmelzen (Aussaigern) erhalten werden. Als Nebenproduct gewinnt man es bei der Aufarbeitung wismuthhältiger Kobalterze.

Das Wismuth, dessen Name zuerst durch Bas. Valentinus zu Anfang des 15. Jahrhunderts bekannt wurde, dient zu leichtflüssigen Legirungen, und wird bei physikalischen Apparaten und zu chemischen Zwecken verwendet.

Antimon.

Das Antimon, welches gediegen und vererzt vorkommt, ist ein weisses sprödes Metall, welches, wenn es nicht rein ist, an der Luft gelblich oder röthlich anlauft. Es krystallisirt hexagonal (selten deutlich), ist vollkommen spaltbar nach oR und kommt gewöhnlich in krystallinisch körnigen Aggregaten vor. Seine Härte ist bei 3, die Dichte ist = 6·5—6·7; der Schmelzpunkt liegt bei 425° C. Bis zum Rothglühen erhitzt, entzündet es sich und verbrennt mit weisser Flamme, einen dichten weissen Rauch (Antimonoxyd) verbreitend. Wird Antimon geschmolzen, so zeigen sich auf der Oberfläche der erstarrten Masse farnkrautartige oder sternförmige Zeichnungen.

Das gediegene Antimon kommt nur in geringer Menge vor. Es findet sich zu Allemont in der Dauphiné, Andreasberg (Harz), Sala in Schweden, Przibram in Böhmen u. s. w.

Fast alles technisch verwendete Antimon (Regulus Antimonii) wird aus dem Grauspiessglanzerz gewonnen. Dieses kommt hauptsächlich in Ungarn vor und daselbst wird auch das meiste Antimon erzeugt.

Das Antimon dient zum Letternmetall (Antimon und Blei), zum Stereotypmetall u. a. Legirungen, ferner zu verschiedenen chemisch-technischen und pharmaceutischen Präparaten.

---

[1]) S. S. 40.

Der Name Antimonium kommt schon im 11. Jahrhundert vor. Bas. Valentinus erkannte (1460) dieses Antimonium (das römische Stibium d. h. den Antimonglanz) als eine Verbindung von Schwefel mit einem eigenthümlichen Metall, welches später die Namen „Antimonium“ und „Stibium“ erhielt.

Arsen [1]) (Arsenik).

Das Arsen kommt gediegen und vererzt vor. Das metallische Arsen krystallisirt hexagonal, selten deutlich; gewöhnlich kommt es in krystallinisch körnigen Aggregaten, die mitunter eine schalige Zusammensetzung haben (Scherbenkobalt), oder in ganz dichten Stücken (Fliegenstein) vor.

Das Arsen hat die H = 3·5, die D = 5·7—5·8, besitzt eine bleigraue Farbe, lauft jedoch namentlich in feuchter Luft ziemlich schnell schwarz (Arsensuboxyd) an. Beim Zerschlagen, Reiben oder directem Erhitzen entwickelt es Dämpfe, die nach Knoblauch riechen. Bei Luftabschluss lässt sich Arsen sublimiren; an der Luft erhitzt, verbrennt dasselbe zu flüchtiger arseniger Säure. Arsen sowie seine Verbindungen sind sehr giftig.

Die ältesten Angaben (Aristoteles, Theophrast) über Arsenik beziehen sich auf dessen Schwefelverbindungen und die arsenige Säure. Von metallischem Arsenik spricht Albertus Magnus im 13. Jahrhundert.

Das gediegene Arsen findet sich in Begleitung von Kobalterzen am Harz (Andreasberg), im sächsisch-böhmischen Erzgebirge, in Steiermark (Schladming) u. s. w.

Viel Arsen wird aus arsenhältigen Erzen (z. B. Misspickel) gewonnen. Arsen mit Blei legirt gibt Schrottmetall.

2. Ordnung: Ametalle.

Diamant [2]) (Demant).

Der Diamant krystallisirt tesseral; Hauptformen sind: das Oktaëder (ostindischer Typus), das Granatoëder (brasilianischer Typus), das Triakisoktaëder (Cap-Typus), das Tetrakishexaëder (uralischer Typus) und das Hexakisoktaëder, welches mit den genannten Gestalten häufig in Combination tritt. Er kommt auch in Zwillingskrystallen (nach der Oktaëderfläche zusammengesetzt), und derb vor. Die Oktaëderflächen sind meistens glatt und eben, während die andern Krystallflächen gewöhnlich bauchig sind, wodurch die Krystalle häufig ein kugelförmiges Aussehen erhalten.

Der Diamant ist nach dem Oktaëder vollkommen spaltbar (was den Diamantschleifern sehr zu gute kommt). Er ist der härteste Körper [3]) des Mineralreiches, seine Härte ist = 10, seine Dichte = 3·4—3·6. Er findet sich farblos und gefärbt. Die in rundlichen Stücken, besonders in Brasilien (Bahia) vorkommenden

---

[1]) gr. *ársen*, kräftig, stark. [2]) gr. *adámas*, unbezwinglich. [3]) Das tetragonal krystallisirte Bor, welches zuerst Wöhler und Deville durch Zusammenschmelzen von wasserfreier Borsäure und Aluminium darstellten, übertrifft an Härte den Diamant.

dunklen bis schwarzen Diamanten heissen „Carbonados" und werden meistens nur zu technischen Zwecken verwendet.

Bortdiamanten sind unreine Diamanten, die gepulvert zum Schleifen von Diamanten und harten Edelsteinen verwendet werden.

Glatte Diamantflächen haben einen starken Glanz (Diamantglanz), rauhe sind halbmetallisch glänzend. Der Diamant bricht das Licht einfach und stärker als alle andern Steine; sein Brechungsexponent ist = 2·5, deshalb auch die grosse Lichtzerstreuung, welche bei günstigem Schliffe dem Steine ein ausgezeichnetes Farbenspiel gibt. Er leitet die Elektricität nicht, durch Reibung wird er positiv elektrisch. Eine Zeitlang dem Lichte ausgesetzt, leuchtet der Diamant im Dunklen (Phosphorescenz durch Insolation).

Der Diamant besteht aus reinem Kohlenstoff.[1]) Er wird von keiner Säure angegriffen. Glüht man ihn bei Abschluss von Luft in hoher Hitze, so verwandelt er sich in Graphit, während er bei Luftzutritt unter hellem Glühen ohne vorherige Umwandlung verbrennt.[2])

Die Diamanten kommen im aufgeschwemmten Lande, meistens von Gold und Platin begleitet, vor und werden durch Waschen und Ausklauben (Ausseifen) des diamanthältigen Schuttes gewonnen.

Die am längsten bekannten Diamantdistricte sind in Vorderindien, an der Ostseite des Plateau's von Decan und auf Borneo. Seit 1727 liefert Brasilien Diamanten. Man fand sie daselbst neben ihrem Vorkommen im Schuttlande, auch eingewachsen in einem Quarzitgesteine, Itakolumit oder Gelenkquarz genannt, und hatte darauf im Jahre 1839 einen Bergwerksbetrieb eröffnet, der aber nach einigen Jahren wieder eingestellt wurde.

Brasilien liefert viele, jedoch meist nur kleine Diamanten. In Bahia kommen Carbonados bis zu 100 Karat (s. Anm. S. 54) im Gewichte vor. Haupthandelsplatz für brasilianische Diamanten ist die Stadt Diamantina in der Prov. Matto Grosso.

Im 19. Jahrhundert hat man Diamanten am Ural (seit 1829), in Nordamerika (s. 1845), in Australien (s. 1860) und am Cap (s. 1867) gefunden. Es ist jedoch nur das Vorkommen am Cap von Bedeutung.

Der Diamant dient als Schmuckstein (Juwel), als Schleifmaterial für Edelsteine, in unreinen Krystallen zum Glasschneiden, zur Anfertigung von Steinbohrern u. dgl.

Marmaroscher Diamanten sind Bergkrystalle; Matura-Diamanten von Ceylon sind weissgeglühte Spinelle.

Die Schmuckdiamanten werden in Rautenform (seit 1520) und in Brillantform (seit 1660) geschliffen.[3]) Diamanten und andere Juwelen werden

---

[1]) Der Kohlenstoff ist ein allotropisches Element (s. S. 42). [2]) Versuche von G. Rose im Jahre 1872. [3]) Cardinal Mazarin liess im Jahre 1660 unter Ludwig XIII. die ersten 12 Brillanten für die französische Krone schleifen.

nach Karaten gewogen.[1]) Für die Werthbestimmung gilt im allgemeinen noch immer die alte indische Regel, nämlich den Werth eines Karats mit dem Quadrate des Karatgewichtes zu multipliciren.

Bemerkenswerthe Diamanten sind:

Der Kohinûr (Berg des Lichtes) aus Indien, seit 1850 im Besitze der Königin von England. Er wog 186 Karat und hatte eine unregelmässige Schliffform. Im Jahre 1852 durch den Amsterdamer Diamantschleifer Voorsanger[2]) zum Brillant umgeschliffen, wiegt er jetzt 106 Karat.

Der Pitt oder Regent aus Ostindien im französischen Nationalschatz, als Brillant vom reinsten Wasser, geschliffen im Gewichte von 136 Karat.

Der Orlow oder Amsterdamer im russischen Reichsscepter. Er stammt aus Indien, wo er einst das leuchtende Auge eines einäugigen indischen Götzen bildete, bis ein frevelhafter Ungläubiger denselben blendete, d. h. ihm sein Auge stahl. Der Stein kam später in die Hände des Fürsten Orlow, der ihn der Kaiserin Katharina verkaufte. Er ist unregelmässig geschliffen und wiegt 194 Karat. Im russischen Schatze befinden sich ferner die indischen Diamanten Schah und Sancy. Der erstere wiegt 86 Karat, der letztere 53 Karat.

Im österreichischen Schatze befindet sich der Florentiner oder Toscaner. Er stammt aus Indien, ist doppelrosettig geschliffen, von gelblicher Farbe und wiegt $133\frac{1}{5}$ Karat = 27·454 Gramm.

Im Jahre 1853 wurde in Brasilien ein Diamant „Stern des Südens“ 254 Karat schwer gefunden, welcher in den Besitz eines H. Halphen kam. Er wurde zum Brillant geschliffen und soll jetzt 125 Karat wiegen.

Die Capdiamanten sind gelblich und werden auf den sehr ergiebigen Diamantfeldern am Vaalflusse gewonnen. In der Wiener Weltausstellung (1873) waren 20 Modelle der grossen bis dahin aufgefundenen Capdiamanten von 30—145 Karat zu sehen. Die österreichischen Juweliere „Kobeck und Aegidi“ hatten den Capdiamant „Stewart“ ausgestellt. Derselbe wog $288\frac{7}{8}$ Karat, war als Triakisoktaëder krystallisirt, von gelblicher Farbe, hatte einen seichten Sprung und schwarze Flecken an der Oberfläche. Sein Preis war mit 375.000 fl. notirt.

Graphit.[3])

Ein Mineral, welches selten krystallisirt, sondern meistens in krystallinisch blättrigen oder in dichten Massen vorkommt. Seine Krystallisation gilt gewöhnlich als eine hexagonale.

Nordenskiöld hat Graphitkrystalle aus dem Urkalke von Pargas in Finnland als monoklinische bestimmt.

Der Graphit hat die Härte = 0·5—1; die Dichte = 1·8—2·1, je nach dem Grade seiner Verunreinigung (Eisenkies, Kalk, Silicate). Er hat Metallglanz, besitzt eine dunkelgraue, ins Schwarze gehende Farbe, ist milde, fühlt sich schlüpfrig an und ist abfärbend. Sein Strich ist schwarz und metallglänzend. Der Graphit ist ein guter Elektricitätsleiter, ist unschmelzbar, sehr schwer verbrennlich, ist in keinem bis jetzt bekannten Mittel löslich und wird weder von Säuren noch von Alkalien angegriffen.

Er besteht im wesentlichen aus Kohlenstoff und findet sich lager- oder nestweise, auch eingesprengt im Urgebirge (Gneiss, Urkalk, Urthonschiefer).

---

[1]) 1 Wiener Karat = 0·206 Gramm; (84·9 Karat geben auf 1 Wiener Loth). Das Karat ist jedoch fast auf jedem grösseren Juwelenmarkt etwas verschieden. [2]) Der geschickteste Künstler aus der Diamantenschleiferei von Herrn Coster. [3]) Anm. S. 1.

Scheele zeigte im Jahre 1778, dass Graphit nicht ein eigenthümliches Blei sei, wie man bis dahin glaubte, sondern dass derselbe Kohlenstoff ist.

In Europa wurde zuerst der reine (87 Proc. C) Borrowdal-Graphit aus Cumberland (in der Mitte des 16. Jahrhunderts entdeckt) bekannt. Die Gruben sind erschöpft und haben nur mehr historisches Interesse.

Sehr reiner grossblättriger Graphit (99·9 Proc. C) kommt in New-Jersey und in Canada vor; ferner sind sehr geschätzt der blättrige Graphit (99 Proc. C) aus Ceylon; der feinkörnige (87 Proc. C) schwedische aus Angermannland, sowie der Alibert-Graphit, welcher im Jahre 1847 in dem Berge Batugol in Ostsibirien von dem sibirischen Negocianten J. P. Alibert entdeckt wurde. Es ist dies ein feinkörniger Graphit mit einer Art Holzstructur, der von A. W. Faber zu Stein bei Nürnberg zur Bleistift-Fabrikation verwendet wird. In Sibirien kommt auch im Gouv. Jenisseisk (Sidoroff'sche Gruben) dichter und ziemlich reiner Graphit vor.

In Deutschland ist das Graphitvorkommen bei Passau sehr bekannt. Er kommt daselbst mit Kaolin im verwitterten Gneiss vor, ist ziemlich unrein und dient zur Schmelztiegel-Fabrikation.

In Oesterreich sind am wichtigsten die Graphitlager im südlichen Böhmen (Schwarzbach und Mugrau bei Krumau); ferner sind zu erwähnen die mährischen (Kunstadt), die steierischen (St. Lorenzen) und die niederösterr. Graphite (Lichtenau, Rabbs).

Graphit findet sich auch in Mexico, Californien und in Neuseeland.

Die feinkörnigen Graphite (Cumberland, Sibirien, die österr. Raffinad-Graphite) dienen zur Fabrikation von Bleistiften, welche ihren Namen noch aus der Zeit haben, in welcher man Blei als Schreibmaterial verwendete; die blättrigen eignen sich zur Anfertigung von Schmelztiegeln.

Die ersten Bleistifte wurden aus dem Cumberland-Graphit geschnitten. Seit Anfang dieses Jahrhunderts sind die sogenannten künstlichen Bleistifte im Gebrauche, welche durch Pressen eines Teiges von Graphit mit feinem Thon geformt und dann gebrannt werden.

Der Graphit dient ferner zu feuerfesten Thonwaaren, als Anstrich für Eisen (Ofenschwärze), zum Leitendmachen von schlechtleitenden Modellen (Guttapercha-Clichés) [1]) in der Galvanoplastik, als Schmiermittel u. dgl.

Schwefel.

Der natürliche Schwefel krystallisirt im rhombischen Systeme, vorherrschend in rhombischen Pyramidenformen. Er kommt aber auch derb, in knolligen Formen und eingesprengt vor.

---

[1]) franz. *clicher*, abklatschen, nämlich einen Holzschnitt oder eine Schriftform.

Der reine Schwefel hat eine schwefelgelbe Farbe und einen fettähnlichen Glanz auf den Bruchflächen. Seine Härte ist = 2, seine Dichte = 2. Durch fremde Beimengungen wird der Schwefel mitunter grau oder braun gefärbt, wie z. B. der Radobojer Schwefel. In der warmen Hand gehalten knistert der Schwefel, angezündet verbrennt er mit blauer Flamme zu gasförmiger schwefliger Säure, die einen stechenden Geruch besitzt.

Schmilzt man Schwefel, lässt ihn dann langsam erkalten, stösst die Kruste durch und lässt den im Innern noch flüssigen Theil abfliessen, so erhält man bräunlichgelben Schwefel, welcher monoklinisch krystallisirt. Derselbe hat eine geringere Dichte, ist aber sonst dem natürlichen in allen Eigenschaften gleich (Dimorphie, s. S. 33). Der monoklinische Schwefel setzt sich aber alsbald mit Beibehaltung der Form in ein Aggregat rhombischer Kryställchen, d. i. in gelben, rhombischen Schwefel um (Paramorphose, s. S. 33).

Wenn man den dickflüssig geschmolzenen Schwefel, welcher eine braune Farbe besitzt, in kaltes Wasser giesst, so erhält man eine zähe plastische Masse (amorphen Schwefel), die zum Abformen benützt werden kann. Nach kurzer Zeit verwandelt er sich wieder in spröden gelben Schwefel.

Schwefeldampf rasch abgekühlt schlägt sich als feines krystallinisches Pulver, „Schwefelblumen" genannt, nieder.

Der natürliche Schwefel findet sich entweder mit Gyps, Kalkstein, Thon u. a. Gesteinen zusammen in den jüngeren (tertiären) Schichten unserer Erde eingelagert, oder er erscheint als Absatz an Schwefelquellen und an den Kratern der Vulcane (Solfataren).

Der Schwefel wird durch Ausschmelzen aus den ihn begleitenden Gesteinen gewonnen und heisst dann Rohschwefel. Derselbe kann durch Destillation raffinirt werden.

Auch aus Pyrit und Markasit gewinnt man Schwefel, oder als Nebenproduct bei der Verhüttung schwefelhältiger Erze.

Die reichsten Schwefellager kommen auf Sicilien vor (Caltanissetta, Girgenti, Catania), von wo aus fast ganz Europa mit Schwefel versorgt wird; dann in Spanien bei Conilla nächst Cadix; in Croatien findet sich Schwefel bei Radoboj und in Galizien zu Swoszowice bei Krakau. In Ungarn findet sich zu Kalinka bei Altsohl eine Schwefellagerstätte in zersetzten vulkanischen Gesteinen und dürfte ihre Entstehung einer Solfatare verdanken.

Vulkanischer Schwefel wird gewonnen aus den Solfataren von Puzzuoli bei Neapel, den liparischen Inseln, Toscana, Island, Java u. s. w.

Schwefel als Absatz von Schwefelquellen kommt zu Pystjan in Ungarn, zu Achen und bei Bex (Schweiz) vor.

Der Schwefel wird zur Fabrikation des Schiesspulvers, der Schwefelsäure, ferner als Bleichmittel, zum Schwefeln des Weines und des Hopfens, zum Vulkanisiren und Hornisiren des Kautschuks, zur Darstellung von Zinnober, Ultramarin u. s. w. verwendet.

II. Classe: Erze.

Die Erze, zu welchen auch die Erze im bergmännischen Sinne gehören, sind chemische Verbindungen der Schwermetalle. Die Erze lassen sich in folgende drei Ordnungen einreihen: 1) sulfidische Erze, 2) oxydische Erze und 3) salinische Erze.

1. Ordnung: Sulfidische Erze.

Die sulfidischen Erze (geschwefelten Erze) sind die Sulfide der Schwermetalle, d. h. Verbindungen der Schwermetalle mit Schwefel oder analoge Verbindungen mit Selen, Tellur, Arsen und Antimon.

Beim Erhitzen geben diese Mineralien den Schwefel durch einen Geruch nach schwefeliger Säure, das Arsen durch einen knoblauchartigen Geruch zu erkennen; auf Kohle erhitzt geben Tellur, Arsen und Antimon weisse Beschläge.

Die Mineralien dieser Ordnung lassen sich nach ihren physikalischen Kennzeichen in drei Gruppen betrachten, nämlich als Kiese, Glanze und Blenden.

a) Gruppe der Kiese. [1]

Metallischer Habitus, Farbe meist licht, weder bleigrau noch schwarz; Strich dunkel gefärbt bis schwarz; spröde; Dichte gross, ebenso bei den meisten die Härte.

Pyrit [2] (Schwefelkies, Eisenkies).

Tesseral mit parallelflächiger Hemiëdrie. Gewöhnliche Krystallformen sind: $\infty O \infty$, O und $\frac{\infty O 2}{2}$, deren Flächen sehr häufig eine parallele Streifung (Combinationsstreifung, S. 31) besitzen. Oft vorkommende Combinationen der Pyritkrystalle sind in den Fig. 43—48 (S. 12 und 13) gezeichnet. Der Pyrit kommt auch derb, eingesprengt (z. B. in Kohlen, Thonschiefern) und als Vererzungsmittel von Petrefacten vor.

Durch Umwandlung des Pyrits mit Beibehaltung der äussern Form entstehen Pseudomorphosen in Brauneisenstein, manchmal in Rotheisenstein. Farbe speisgelb [3], mitunter in's Goldgelbe, durch Zersetzung braun werdend; H = 6, D = 5. Am Stahl geschlagen unter Schwefelgeruch starke Funken gebend. Chem. Zus.: $Fe S_2$, zuweilen etwas goldhältig.

Der Pyrit ist ein ungemein verbreitetes Mineral; sehr schöne Krystalle kommen vor: zu Waldenstein in Kärnthen, auf Elba, in Piemont (Traversella), in Tirol, in Hessen, am Ural etc.

Der Pyrit wird zur Darstellung von Schwefelsäure, Eisen-

[1] Kiese von Kiesel (Quarz) wegen der grossen Härte der meisten Kiese. [2] gr. *pýr*, Feuer; *pyrités*, Feuerstein. [3] Glockenspeise, eine Legirung aus Kupfer und Zinn.

vitriol und Schwefel verwendet. Schwefelkieshältiger Thonschiefer (Alaunschiefer) dient zur Alaunfabrikation.

Als Eisenerz wird der Pyrit nicht benützt. Eisen, welches über 0·05 Proc. Schwefel enthält, ist rothbrüchig, d. h. es bekommt, in der Rothglühhitze geschmiedet, Risse.

Markasit.[1])

Rhombisch, durch wiederholte Zwillingsbildung entstehen speer- und kammförmige Formen (Speerkies, Kammkies). Strahlige und dichte Varietäten heissen Strahlkies, Leberkies und Wasserkies. Er kommt meist derb und auch wie der Pyrit eingesprengt, besonders in Kohlen und Schiefern der jüngeren Formationen und als Vererzungsmittel von Versteinerungen vor.

Hauy hat im Jahre 1814 die rhombische Krystallisation erkannt und diese Species von der vorigen getrennt.

Farbe graulich speisgelb; verwittert sehr leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure; H = 6, D = 4·6—4·9; $Fe S_2$, wie der Pyrit. $Fe S_2$ ist somit dimorph.

Der Markasit findet sich in Böhmen (Littmitz), am Harz, in England etc. Seine Verwendung ist gleich der des Pyrits.

Magnetkies (Pyrrhotin).[2])

Hexagonal; selten krystallisirt, meist in schaligen, körnigen oder dichten Aggregaten. Die Farbe ist zwischen speisgelb und kupferroth, tombakbraun anlaufend. Magnetisch, selten polarmagnetisch; H = 4, D = 4·5; $Fe_7 S_8$.

Der Magnetkies findet sich in Baiern (Bodenmais), in Sachsen, am Harz, in Skandinavien etc. Er wird wie die früheren beiden Kiese verwendet.

Kupferkies (Chalkopyrit).[3])

Tetragonal mit sphenoidischer Hemiëdrie (Fig. 69 und Fig. 70 auf S. 17), häufig mit Zwillingsbildung; gewöhnlich derb und eingesprengt vorkommend. Farbe messinggelb, mitunter bunt angelaufen; H = 4, D = 4·2; $Cu Fe S_2$, mit 34·5 Cu.

Er findet sich in Ungarn, im Banat (Orawitza), im Mannsfeld'schen, in Sachsen, am Harz, Cornwall, Nordamerika etc.

Kupferkies ist das am häufigsten vorkommende Kupfererz.

Buntkupferkies (Bornit).[4])

Tesseral, selten krystallisirt, gewöhnlich nur derb. Bräunlich kupferroth, oft mit bunten Anlauffarben, H = 3, D = 5. Er besteht aus Cu (56—71 Proc.), Fe (18—6 Proc.) und S.

---

[1]) arabisch, feuersteinähnlich. [2]) gr. *pyrrós*, feuerfarbig. [3]) gr. *chalkós*, Kupfer.
[4]) Nach dem österreichischen Metallurgen J. v. Born (1742—1791).

Krystallisirt kommt der Bornit in England vor; derb findet er sich gewöhnlich mit Kupferkies zusammen und wird mit diesem auf Kupfer verarbeitet.

Kupfernickel [1] (Nickelin, Rothnickelkies).

Hexagonal, Krystalle selten; Farbe lichtkupferroth; H = 5, D = 7·6; wesentlich Ni As. Er findet sich mit Smaltin zusammen in Sachsen, Böhmen (Joachimsthal), Steiermark (Schladming), Thüringen etc. Dient zur Bereitung des Nickelmetalls.

Im Kupfernickel hat Cronstedt im Jahre 1754 das Nickelmetall entdeckt. Nickel ist sehr luftbeständig und verhält sich zum Magnete wie Stahl. Nickel dient zu Legirungen, die bekannteste davon ist Pakfong (s. S. 49).

Speiskobalt (Smaltin).

Tesseral, selten in deutlichen Krystallen, häufig in gestrickten Aggregaten, derb und eingesprengt; Farbe zinnweiss, grau anlaufend; H = 5·5, D = 6·3—7·3; $CoAs_2$ (Co z. Th. durch Fe oder Ni vertreten). Er kommt vor in Sachsen, im böhmischen Erzgebirge, in Steiermark (Schladming) etc.

Smaltin gibt mit Pottasche und Quarz zusammengeschmolzen ein blaues Glas, die Smalte, aus welcher durch Pochen und Schlemmen derselben eine blaue Farbe, das Smalteblau dargestellt wird. Der metallisch aussehende Rückstand bei der Smaltefabrikation heisst Kobaltspeise. Diese ist nickelhältig und wird zur Nickelbereitung verwendet.

Chloanthit [2] (Weissnickelkies) ist ein Smaltin, in welchem Co zum grossen Theil durch Ni mit etwas Fe vertreten ist.

Glanzkobalt (Kobaltin). [3]

Tesseral mit parallelflächiger Hemiëdrie, isomorph mit Pyrit mitunter in schön ausgebildeten Ikosaëdern (Fig. 46). Nach ∞O∞ vollkommen spaltbar; Farbe röthlich silberweiss, oft grau angelaufen; H = 5·5, D = 6; $CoS_2 + CoAs_2$. Kommt vor in Skandinavien, Pr.-Schlesien, Westphalen etc. Er dient wie der Smaltin zur Blaufarbenfabrikation.

Misspickel (Arsenkies).

Rhombisch, gewöhnliche Krystallform $\infty P \,.\, {}^1\!/_4 \breve{P}\infty$ (Fig. 83), meist die Flächen des Doma parallel der Brachydiagonale gestreift, auch in stängeligen oder körnigen Aggregaten und eingesprengt. Farbe silberweiss; H = 5·5, D = 6; $FeS_2 + FeAs_2$ (Fe manchmal z. Th. durch Co ersetzt). In Sachsen, im böhmischen Erzgebirge etc. vorkommend. Dient zur Darstellung von Arsen, arseniger Säure, sowie des Auripigments und des Realgars.

Glaukodot [4] ist ein sehr kobaltreicher Misspickel, welcher in Schweden und in Chile vorkömmt.

[1] Bergmännischer Schimpfname, weil das Mineral kupferähnlich aussieht, jedoch kein Kupfer enthält. [2] gr. *chloanthos*, grün aufblühend, weil der Chloanthit in Folge von Verwitterung einen apfelgrünen Beschlag von Nickelblüthe (arsensaures Nickeloxyd) erhält. Dieser Beschlag tritt übrigens auch an andern Nickelarsenerzen auf. [3] gr. *kobaltos*, possenhaft, betrügerisch. [4] gr. *glaukos*, bläulich; *dötys*, Geber; also Smalte liefernd.

b) Gruppe der Glanze.

Metallischer Habitus; Farbe gewöhnlich grau bis schwarz; Strich schwarz bis grau. Geringe Härte, grosse Dichte.

Bleiglanz (Galenit).[1])

Tesseral vollflächig; gewöhnliche Combination: $\infty O \infty . O$ (Fig. 28 und 32, S. 11). Die Krystalle sind in verschiedener Grösse mehr oder weniger deutlich entwickelt. Der Bleiglanz kommt auch in körnigen und dichten Aggregaten (Bleischweif), sowie eingesprengt oder in zerreiblichen Varietäten (Bleimulm) vor. Er ist sehr vollkommen spaltbar nach dem Hexaëder, die Spaltungsflächen haben einen ausgezeichneten Metallglanz; Farbe bleigrau; Strich graulichschwarz; mild; H = 2, D = 7·4. Wesentlich: PbS, meist mit etwas Silbergehalt. Rasch erhitzt, verknistert er.

Dieses wichtigste und verbreitetste Bleierz, welches zur Gewinnung von Silber, Blei und Bleiglätte dient, findet sich in Böhmen (Przibram)[2]), Kärnthen (Bleiberg, Raibl, hier nicht silberhaltig), Sachsen (Freiberg), am Harz, im nördlichen England (Cumberland, Devonshire), im südlichen Spanien, in Nordamerika etc. Silberfreier Bleiglanz wird auch als „Glasurerz" zur Bereitung der Töpferglasur verwendet.

Antimonglanz (Antimonit, Grauspiessglanzerz).

Rhombisch; die Krystalle meist säulen- oder nadelförmig, selten am Säulenende deutlich ausgebildet. Häufig in büschelförmigen Krystallaggregaten, auch krystallinisch mit stängliger oder faseriger Structur, mitunter dicht vorkommend. Spaltbar höchst vollkommen nach $\infty \breve{P} \infty$ mit stark glänzender Spaltungsfläche; bleigrau, manchmal schwärzlich oder gelb, oder bunt angelaufen, mild; Strich dunkelgrau; H = 2, D = 4·6; Sb_2S_3. Schmilzt in der Kerzenflamme.

Der Antimonglanz findet sich in Ungarn (Fölsöbanya), Siebenbürgen, am Harz, in Sachsen etc. Er ist das einzige Erz, aus welchem das Antimonmetall im Grossen dargestellt wird.

Der Antimonglanz wird aus den ihn begleitenden Gesteinen durch Ausschmelzen (Saigern) in geschlossenen Tiegeln gewonnen. Die ausgeschmolzene Masse hat eine feinfaserige Structur und kommt im Handel unter dem Namen „Antimonium crudum"[3]) vor.

Molybdänit[4]) (Molybdänglanz, Wasserblei), Farbe röthlich bleigrau; in seinen übrigen physikalischen Eigenschaften dem Graphit ähnlich; MoS_2, vor dem Löthrohr unschmelzbar, die Flamme grün färbend und nach schwefeliger Säure riechend.

---

[1]) gr. *galéna*, Bleiglanz, Bleierz. [2]) Der als Förderschacht dienende Adalbert-Schacht in Przibram wurde im Jahre 1779 begonnen und erreichte im Mai 1875 die verticale Tiefe von 1000 Meter. Derselbe ist gegenwärtig der tiefste Schacht der ganzen Erde. [3]) lat. *crudus*, roh. [4]) gr. *molýbdaina*, Bleimasse.

Silberglanz (Argentit, Glaserz, Weichgewächs).

Tesseral meist in undeutlichen Krystallen, gewöhnlich derb. Schwärzlich bleigrau, schwarz angelaufen; sehr geschmeidig (in Späne schneidbar wie das Blei); Strich glänzend; H = 2, D = 7—7·4; $Ag_2 S$ mit 87 Ag. Findet sich in Ungarn (Schemnitz, Kremnitz), im sächsisch-böhmischen Erzgebirge, am Harz, in Norwegen (Kongsberg), Mexiko etc.

Auf der Wiener Weltausstellung war ein Kongsberger Stück Silberglanz 100 Kilogramm schwer, ausgestellt, welches einen Werth von 7000 fl. ö. W. repräsentirte.

Der Silberglanz ist das reichste und wichtigste Silbererz.

Kupferglanz (Kupferglas, Redruthit).

Rhombisch, selten krystallisirt, gewöhnlich nur derb und eingesprengt. Manchmal auch als Vererzungsmittel von Petrefacten vorkommend.[1] Schwärzlich bleigrau, oft schwarz angelaufen; milde; Strich unverändert; H = 2—3, D = 5·5. Besteht aus $Cu_2 S$ mit 79·8 Cu. Wichtiges Kupfererz, kommt vor zu Redruth in Cornwall (daselbst krystallisirt), in Nordamerika, in Thüringen, in Sachsen, im Banat etc.

Goldtellurerze:

Blättertellur (Nagyagit) in schwärzlich bleigrauen, blättrigen Aggregaten; milde, in dünnen Blättchen biegsam; H = 1, D = 7. Enthält Pb, Au (6—8 Proc.), Cu, Te und S im wechselnden Verhältnisse. Im Aussehen ist das Blättertellur dem Graphit ähnlich, schmilzt jedoch leicht vor dem Löthrohr und ist in Salpetersäure löslich. Es kommt vor zu Nagyag und Offenbanya in Siebenbürgen.

Schrifttellur (Schrifterz, Sylvanit)[2] in stahlgrauen, kleinen, nadelförmigen Krystallen vorkommend. Dieselben liegen in flachen Gruppen unter Winkeln von ungefähr 60° (schriftartig) beisammen; H = 1·5, D = 8. Es besteht aus Au (26 bis 28 Proc.), Ag und Te, und findet sich zu Offenbanya und Nagyag.

Doppelsulfide:

Fahlerz (Tetraëdrit).

Tesseral mit tetraëdrischer Hemiëdrie. Gewöhnliche Gestalten sind $\frac{O}{2}, -\frac{O}{2}$ und $\frac{2O2}{2}$. In Combinationen (Fig. 37, 38, 39) das Tetraëder vorherrschend, deshalb auch der Name Tetraëdrit. Häufig derb und eingesprengt vorkommend. Stahlgrau bis eisenschwarz; Strich schwarz; H = 3—4, D = 4·5—5·3; Cu (welches fast nie fehlt) z. Th. durch Ag, Hg, Zn, Fe vertreten, mit S; ferner Sb und As, sich gegenseitig vertretend, mit S. Die dunkleren Fahlerze enthalten vorwaltend Antimon (mitunter gar kein Arsen) und sind die silberhaltigen Varietäten.

Fahlerze kommen häufig vor z. B. in Ungarn (Kapnik), Tirol (Schwaz), Sachsen (Freiberg), am Harz, in Cornwall u. s. w. Sie

---

[1] Am meisten bekannt sind die in Kupferglanz vererzten sogenannten Frankenberger Kornähren. Dieselben bestehen aus Zapfenfrüchten und kleinen Zweigen einer fossilen Conifere (Cupressites Ulmanii), welche aus der Dyasformation von Frankenberg in Hessen stammen. [2] lat. *transsylvania*, Siebenbürgen.

werden zur Ausbringung von Kupfer, Silber und Quecksilber verwendet.

Bournonit[1], $PbCuSbS_3$ mit 42 Pb und 13 Cu — **Sprödglaserz** (Stephanit)[2], Ag_5SbS_4 mit 68 Ag. — **Polybasit**, Ag_9SbS_6, häufig mehr oder weniger Sb durch As, und Ag durch Cu vertreten. Mit 64—72 Ag.

c) Gruppe der Blenden.

Nicht metallischer Habitus; Farbe verschieden, eben so der Strich; geringe Härte.

Zinkblende (Blende).

Tesseral mit tetraëdrischer Hemiëdrie (Comb. Fig. 42). Häufig Zwillinge in einer der Oktaëderfläche parallelen Fläche zusammengesetzt mit verzogenen Individuen, weshalb diese Zwillinge in der Regel schwierig zu entwickeln sind. Die Zinkblende kommt auch in körnigen, seltener in strahligen (Strahlenblende), feinfaserigen oder dichten Aggregaten vor. Die Krystalle haben Demantglanz und eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach den Flächenrichtungen des Granatoëders.

Farbe gewöhnlich schwarz oder braun; mitunter auch gelb, grün und roth; selten ungefärbt; sehr spröde; Strich der dunklen Varietäten lichtbraun. Manche Varietäten, wie z. B. jene von Kapnik, phosphoresciren beim Reiben oder Zerschlagen. H = 3—4, D = 3·9—4·2; ZnS mit 66·7 Zn, mitunter etwas Fe, Cd oder I (Indium) enthaltend.

Findet sich meist als Begleiter des Bleiglanz zu Freiberg (Sachsen), Przibram, Schemnitz (Ungarn), Kapnik, am Harz etc., und wird in neuerer Zeit zur Zinkgewinnung verhüttet.

Der Wurtzit[3]) von Oruro in Bolivia ist hexagonal-krystallisirtes Schwefelzink. Dasselbe ist somit dimorph. Breithaupt hat die braune Strahlenblende von Przibram als Wurtzit bestimmt.

Manganblende (Alabandin)[4], schwarz; Strich schmutziggrün; MnS.

Zinnober (Mercurblende).

Rhomboëdrisch, gewöhnlich nur in kleinen Krystallen. Häufiger derb, eingesprengt oder erdig. Die Krystalle sind demantglänzend, durchscheinend und ziemlich vollkommen spaltbar nach ∞R. Reiner Zinnober ist in der Farbe und im Strich scharlachroth. H = 2, D = 8. Besteht aus HgS mit 86·2 Hg. Im offenen Glasrohr erhitzt, entwickelt sich schwefelige Säure und sublimirt Quecksilber. Findet sich zu Idria (Krain), zu Slana (Ungarn), in Almaden (Spanien), in Neualmaden (Californien) etc.

Das Zinnober-Lebererz von Idria ist ein inniges Gemenge

[1]) Nach dem franz. Krystallographen Grafen v. Bournon. [2]) Nach dem Erzherzog Stephan v. Oesterreich. [3]) Nach dem Chemiker K. A. Wurtz in Paris. [4]) Alabanda, Stadt in Carien.

von Zinnober mit Idrialin (einem fossilen Erdharz), Kohle und erdigen Theilen. Korallenerz ist ein Lebererz mit kugeligen, phosphorhältigen Einschlüssen.

Der natürliche Zinnober dient hauptsächlich zur Darstellung des Quecksilbers.

Realgar[1]) (Rauschroth, rothe Arsenblende).

Monoklinisch, in deutlichen Krystallen und derb vorkommend. Morgenroth, wachsglänzend, halbdurchsichtig; milde; Strich orangegelb; H = 1·5—2, D = 3·6. Besteht aus AsS, mit 70·1 As. Vor dem Löthrohr auf Kohle leicht schmelzbar, mit weissgelber Flamme und Arsengeruch verbrennend. Durch den Einfluss des Lichtes zerfällt es zu einem orangegelben Pulver. Findet sich in Ungarn in Siebenbürgen, am Harz etc.

Auripigment[2]) (Rauschgelb, gelbe Arsenblende).

Rhombisch, selten deutlich krystallisirt. Vollkommen spaltbar nach $\infty \breve{P} \infty$ mit Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen; citronengelb bis orangegelb, wachsglänzend; milde; Strich unverändert. H = 1·5—2; D = 3·5. Besteht aus $As_2 S_3$ mit 61 As. Findet sich gewöhnlich mit dem Realgar zusammen.

Realgar und Auripigment, welche in der Kattundruckerei, in der Färberei, in der Feuerwerkskunst u. s. w. angewendet werden, kommen zu diesen Zwecken als Fabriksproducte (rothes und gelbes Arsenglas) in den Handel.

Doppelsulfide:

Pyrargyrit[3]) (Antimonsilberblende, dunkles Rothgiltigerz).

Rhomboëdrisch; karmoisinroth bis dunkelbleigrau, metallartiger Demantglanz, undurchsichtig; Strich kirschroth; H = 2, D = 5·8; $Ag_3 Sb S_3$ mit 59·9 Ag. Kommt vor zu Przibram, Joachimsthal, Freiberg, Schemnitz, am Harz, zu Kongsberg etc.

Proustit[4]) (Arsensilberblende, lichtes Rothgiltigerz).

Rhomboëdrisch, isomorph mit dem früheren; karmoisinroth, Demantglanz, durchscheinend; Strich kirschroth; H = 2, D = 5·5; $Ag_3 As S_3$ mit 65·4 Ag. Der Proustit findet sich mit dem Pyrargyrit zusammen, ist jedoch seltener. Beide werden zur Silbergewinnung benützt.

2. Ordnung: Oxydische Erze.

Im wesentlichen Sauerstoffverbindungen der schweren Metalle.

Magneteisenstein (Magnetit).

Tesseral; O und ∞O häufig vorkommend (Fig. 33); die Granatoëderflächen sind oft nach der längeren Diagonale gestreift (Combinations-Streifung); Oktaëderzwillinge deutlich entwickelt

[1]) Ein von den Alchimisten gebrauchtes Wort unbekannter Abstammung. [2]) lat. *aurum*, Gold; *pigmentum*, Farbstoff. [3]) gr. *pyr*, Feuer; *argyros*, Silber. [4]) Nach dem französischen Chemiker J. L. Proust.

(Fig. 133); Umwandlungspseudomorphosen in Roth- und in Brauneisenstein. Meist in körnigen und dichten Aggregaten, eingesprengt, sowie auch als Magneteisensand auf secundären Lagerstätten vorkommend. Eisenschwarz, mehr oder weniger metallisch glänzend; spröde; Strich schwarz. Sehr stark magnetisch (namentlich die halbverwitterten Varietäten), nicht selten polarisch magnetisch (natürliche Magnete).[1] H = 5·5—6·5, D = 4·9—5·2; $Fe_3 O_4$ mit 72·4 Fe.

Der Magneteisenstein kommt in Urgebirgsgesteinen vor und wird als ein wichtiges Eisenerz in grösserer Menge in Schweden (Dannemora), Norwegen (Arendal), am Ural (die Magneteisenberge von Kuschwa und Nischne-Tagilsk), in Nordamerika etc. gewonnen. Schöne Krystalle sind von Traversella (Piemont), aus dem Zillerthal etc. bekannt.

Rotheisenstein (Hämatit).[2]

Rhomboëdrisch in schönen Krystallen heisst er Eisenglanz; Pseudomorphosen nach Magnetit, Pyrit, Spatheisenstein u. a. Häufig krystallinisch mit faseriger und zuweilen schaliger Structur als sog. rother Glaskopf; in dünnschaligen oder feinschuppigen Aggregaten als Eisenglimmer; zartschuppig abfärbend und sich fettig anfühlend als Eisenrahm; oolithisch[3] zusammengesetzt als rother Eisenoolith; dicht und erdig mehr oder weniger mit Thon verunreinigt als rother Thoneisenstein, Röthel oder rother Eisenocher bekannt.

Die Krystalle haben eine eisenschwarze Farbe mit lebhaftem Metallglanz und sind oft bunt angelaufen. Die übrigen Varietäten sind mehr oder weniger rothbraun, zuweilen in's Stahlgraue gehend; schwach magnetisch; Strich kirschroth bis röthlichbraun. H = 5·5—6·5, D = 5—5·3. Wesentlich $Fe_2 O_3$ mit 70 Fe.

Der Rotheisenstein, ein sehr verbreitetes und gewöhnliches Eisenerz, findet sich auf der Insel Elba (in schönen Krystallen), im Travetschthale (Graubündten), am St. Gotthard, woselbst kreisförmig gruppirte, glänzende, tafelförmige Krystallgruppen, sogenannte Eisenrosen, vorkommen, in den Vogesen (Frammont) etc.

Brauneisenstein (Limonit).[4]

Er kommt nur in krystallinischen bis dichten Aggregaten vor. Krystallformen sind von Umwandlungs- oder Verdrängungspseudomorphosen herrührend. Feinfaserige, kuglig zusammengesetzte

---

[1] Plinius erzählt, dass die Entdeckung des Magnets auf dem Berge Ida von einem Hirten Namens Magnes geschehen sei, indem die Eisenspitze seines Stockes und die Nägel seiner Schuhsohlen plötzlich am Boden festgehalten worden seien. Die Magnetnadel wird zuerst in einem Gedichte von Guyot aus der Provence im Jahre 1190 erwähnt, sie soll aber bei den Chinesen schon 1100 v. Chr. bekannt gewesen sein. [2] gr. *haima*, Blut, theils wegen der Farbe vieler Varietäten, theils weil es früher als blutstillendes Mittel (Blutstein) angewendet wurde. [3] gr. *oón*, Ei; Oolith, Rogenstein. [4] gr. *leimón*, Wiese, Sumpf, weil Brauneisenstein, sog. Raseneisenstein sich häufig in Sümpfen bildet.

Varietäten heissen brauner Glaskopf; oolithisch zusammengesetzte brauner Eisenoolith; lose, geschiebeähnliche Stücke Bohnerze, und wenn dieselben einen losen Kern enthalten, Klappersteine; dichte und erdige, zuweilen mit Thon vermengte Varietäten nennt man gelbe Thoneisensteine oder gelben Eisenocher.

Die Farbe ist braun in verschiedenen Nüancen; der Strich gelbbraun. H = 5—5·5, D = 3·4—3·9; wesentlich $H_6(Fe_2)_2O_9$ = 2 Fe_2O_3, 3 H_2O mit 60 Fe.

Der Brauneisenstein ist ein sehr verbreitetes Eisenerz. Er bildet sich fortwährend durch Zersetzung mannigfacher eisenhältiger Mineralien und tritt häufig in Ueberzügen, sowie in lagerartigen Massen auf.

Göthit (Nadeleisenerz, Pyrrhosiderit).[1]

Rhombisch, die Krystalle nadel- bis haarförmig oder dünntafelförmig, gewöhnlich klein. Pseudomorphe Krystalle, ferner in feinfaserigen, sammtartigen (Sammtblende), schuppigfaserigen und dichten Aggregatformen, ähnlich wie sie beim Brauneisenstein vorkommen.

Farbe gelblichbraun, röthlichbraun bis schwarz; Strich gelblichbraun; H = 4·5—5·5, D = 3·8—4·2; $H_2(Fe_2)O_4$ = Fe_2O_3, H_2O mit 63 Fe.

Göthit und Brauneisenstein werden zur Eisengewinnung verwendet.

Pyrolusit[2] (Braunstein, Weichmanganerz).

Rhombisch, die Krystalle gewöhnlich kurz säulenförmig, gestreift, bisweilen an den Enden zerfasert; in feinfaserigen Aggregaten sowie auch dicht und erdig vorkommend.

Farbe licht eisenschwarz, Strich schwarz; H = 1—2·5, D = 4·7—5; MnO_2 (Mangansuperoxyd). Er findet sich am Thüringerwalde (Ilmenau), am Harz (Ilefeld), in Sachsen (Johann Georgenstadt), Böhmen (Platten) etc. und wird benützt zur Darstellung von Sauerstoff, Chlor, Chlorcalcium, zum Entfärben sowie auch zum Färben von Gläsern und Glasuren, als Zuschlag zu Eisenerzen u. s. w.

Manganit, rhombisch, säulenförmig; schwarz; Strich braun; H = 4, D = 4·3; ein Manganhydroxyd. — **Psilomelan**[3]), nierenförmig, stalaktitisch; schwarz; Strich bräunlichschwarz; auch ein Manganhydroxyd, Mn durch Ba oder K_2 vertreten. — **Wad**[4]) (Manganschaum), als Ueberzug und feinerdig, schaumartig; braun; Strich braun glänzend; milde; abfärbend; Manganhydroxyde.

---

[1]) gr. *pyrrhos*, röthlichgelb, *sideros*, Eisen. [2]) gr. *pyr*, Feuer, *luo*, ich wasche, weil er zum Behufe des Entfärbens zu manchen Glassätzen gegeben wird. [3]) gr. *psilos*, kahl, *melas*, schwarz. [4]) engl. *wad*, Watte, wegen der wattähnlichen Massen, in denen das Mineral vorkommt.

Chromeisenerz (Chromit).[1])

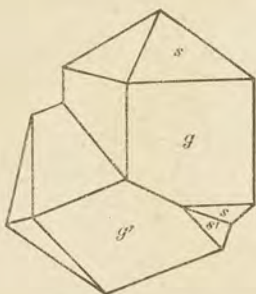
Tesseral, jedoch gewöhnlich derb; Farbe bräunlichschwarz; Strich b r a u n, wodurch sich dieses Mineral hauptsächlich von dem ihm in Aussehen ähnlichen Magneteisenstein unterscheidet; H = 5·5, D = 4·5; $Fe(Cr_2)O_4 = FeO, Cr_2O_3$; Fe z. Th. durch Mg; (Cr_2) durch (Al_2) vertreten.

Kommt meist von Serpentin begleitet, in Steiermark (Kraubat), in Nordamerika, am Ural etc. vor und wird zur Darstellung von Chrompräparaten verwendet.

Uranpecherz. derb; pechschwarze Farbe; Fettglanz; bräunlichschwarzer Strich; wesentlich $U(U_2)O_4 = UO, U_2O_3$. (Uranoxyduloxyd). Kommt im böhmisch-sächsischen Erzgebirge vor und dient zur Darstellung von Email- und anderen Farben sowie zur Erzeugung des Uranglases.

Zinnerz (Zinnstein, Kassiterit).[2])

Fig. 136.



Tetragonal, gewöhnliche Combination, P . ∞P; Zwillingskrystalle ausserordentlich häufig, Zwillingsebene nach einer Fläche von P∞ (Fig. 136). Manchmal Ausfüllungspseudomorphosen nach Orthoklaskrystallen. Derb in körnigen Aggregaten, selten faserig zusammengesetzt (Holzzinn), und auf secundärer Lagerstätte in Geschieben als Zinnsand; (Seifenzinn). Meist gefärbt, braun bis schwarz; Strich lichtbraun; Diamant- oder Fettglanz; H = 6—7, D = 6·8—7; SnO_2 (Zinnoxyd) mit 78·6 Sn.

Findet sich im sächsisch-böhmischen Erzgebirge (Altenberg, Zinnwald, Schlaggenwald, Graupen), in England (Cornwall), Ostindien (als Zinnsand auf Malacca, Banca), Amerika (Californien, Bolivia). Zinnstein ist das einzige Mineral, aus welchem das Zinn im Grossen dargestellt wird.

Rutil[3]), tetragonal (isomorph mit Zinnerz), gewöhnlich säulen- bis nadelförmige Krystalle, häufig in Zwillingen; spaltbar nach ∞P; Farbe röthlichbraun bis schwarz (Nigrin); Strich gelblichbraun. H = 6, D = 4·2; TiO_2 (Titanoxyd). Oft in Quarz eingewachsen, aber auch in Geschieben vorkommend.

Rothkupfererz (Cuprit).[4])

Tesseral, gewöhnliche Krystallformen sind: O, ∞O, ∞O∞ und Combinationen derselben; mitunter nadelförmige Krystalle (Kupferblüthe). In Pseudomorphosen nach Kupfer, häufig aber derb in körnigen und dichten Aggregaten. Farbe cochenillroth, zuweilen ins Bleigraue gehend; undurchsichtig bis durchscheinend; Strich bräunlichroth. H = 3·5—4, D = 5·7—6; Cu_2O (Kupferoxydul) mit 88·8 Cu.

[1]) gr. *chrôma*, Farbe, weil gewisse Chromverbindungen intensiv gefärbt sind. [2]) gr. *kassiteros*, Zinn. [3]) lat. *rutilus*, roth. [4]) lat. *cuprum*, Kupfer.

Rothkupfererz ist häufig von Malachit, in welchen es sich umwandelt, begleitet und kommt vor zu Chessy bei Lyon, in Cornwall, im Banat, am Ural, Altai u. s. w. Es ist ein wichtiges Kupfererz.

Ziegelerz heisst ein röthlichbraunes bis ziegelroth gefärbtes erdiges Gemenge von Rothkupfererz mit Brauneisenstein.

3. Ordnung: Salinische Erze.

Salze, in denen Schwermetalle als Radicale in der Basis oder in der Säure oder auch in beiden zugleich auftreten.

Spatheisenstein (Eisenspath, Siderit).[1]

Rhomboëdrisch, häufig das Grundrhomboëder R; die Rhomboëder zuweilen mit gekrümmten Flächen; oft in körnigen Aggregaten, seltener in halbkugeligen nierenförmig zusammengesetzten Formen (Sphärosiderit). Vollkommen spaltbar nach R; Farbe gelblichgrau bis gelblichbraun, durch Verwitterung braun bis schwarz; perlmutterartiger Glanz. H = 4, D = 3·7—4; $FeCO_3$ (Eisencarbonat), häufig Mn, Mg und Ca als vicarirende Bestandtheile enthaltend. In Säuren mit Aufbrausen löslich.

Dichter Spatheisenstein mit beigemengtem Thon kommt in kugeligen Bildungen (Concretionen) oder in ansehnlichen Massen namentlich in der Steinkohlenformation eingelagert vor. Gewöhnlich ist derselbe mit Kohle verbunden, hat eine schwarze Farbe und heisst Kohleneisenstein (engl. *black-band*). Der Spatheisenstein ist ein wichtiges Eisenerz und findet sich in Steiermark (am Erzberg), Kärnthen (Hüttenberg), am Harz, in England u. s. w.; der Kohleneisenstein in Westphalen, im Banate, in England, Schottland etc.

Eisenvitriol, monoklinisch; $FeSO_4 + 7\,H_2O$. Zersetzungsproduct von Eisenkiesen. — **Vivianit**[2] (Blaueisenerz), monoklinisch krystallisirt und erdig (Blaueisenerde), ursprünglich farblos, an der Luft blau werdend; wasserhaltiges Eisenphosphat.

Kieselmangan (Rhodonit)[3], meist nur in feinkörnigen bis dichten Aggregaten. Farbe dunkelrosenroth; durchscheinend; H = 5—5·5, D = 3·5; $MnSiO_3$. Findet sich in grossen Massen bei Katherinenburg am Ural und wird in den dortigen Steinschleifereien vielfach verarbeitet.

Manganspath (Rhodochrosit)[4], rhomboëdrisch; rosenroth bis himbeerroth; H = 4·5, D = 3·5; wesentlich $MnCO_3$.

Hemimorphit (Zinksilicat).

Rhombisch, die Krystalle, welche meist klein sind, zeigen Hemimorphismus d. h. sie sind nach der Hauptaxe unsymmetrisch entwickelt. In verschieden geformten Aggregaten und auch erdig; licht gefärbt; H = 5, D = 3·5; $Zn_2\,SiO_4 + H_2O$.

[1] gr. *sidēros*, Eisen. [2] Nach dem engl. Mineralogen J. G. Vivian. [3] gr. *rhodon*, Rose. [4] gr. *rhodochroos*, rosenfarbig.

Smithsonit[1] (Zinkcarbonat).

Rhomboëdrisch, selten deutlich; gewöhnlich in verschiedenen Aggregatformen wie der Hemimorphit; dicht und erdig; lichte Farben; H = 5; D = 4·2—4·5; $ZnCO_3$. In Säuren aufbrausend.

Diese beiden zur Gewinnung von Zink wichtigen Zinkerze, welche früher den gemeinschaftlichen Namen Galmei[2]) führten, kommen meistens zusammen vor und finden sich am Altenberge bei Achen, zu Tarnowitz in Pr. Schlesien, Kärnthen, im Banate etc.

Zinkvitriol, rhombisch; $ZnSO_4 + 7\,H_2O$, bildet sich durch Zersetzung zinkhältiger Erze.

Malachit.[3]

Monoklinisch, jedoch fast nur in concentrisch-schaligen, radialfaserigen Aggregaten, in nieren-, tropfsteinartigen u. a. Formen, dicht bis erdig. Schöne Umwandlungs-Pseudomorphosen nach Rothkupfererz, Kupferlasur oder Kupfer. Smaragd- bis spangrün mit wechselnder Nüancirung in feinen Schichten; Strich grün; H = 3—4; D = 3·7—4; $Cu_2CO_4, H_2O = CuCO_3, CuO, H_2O$ In Säuren mit Aufbrausen löslich.

Manche Varietäten zeigen beim Schneiden und Poliren achat- und onyxartige Zeichnungen und werden zu Schmuck- und Ornamentsteinen verwendet. Zu letzterem Zwecke schneidet man den Malachit in dünne Platten (Fournire) und benützt dieselben zum Vertäfeln. Malachit als Ueberzug auf antikem Kupfer heisst Patina (s. S. 48). Der Malachit, ein wichtiges Kupfererz, findet sich am Ural (Nischne Tagilsk, Gumeschewsk), bei Lyon (Chessy), im Banate, in Cornwall, in Nordamerika, Australien etc.

Kupferlasur[4] (Azurit).[5]

Monoklinisch mitunter in deutlichen Krystallen, dicht bis erdig. Dunkel bis lichtblau; Strich lichtblau; H = 3·5—4, D = 3·7; $Cu_3C_2O_7, H_2O = 2CuCO_3, CuO, H_2O$. In Säuren mit Brausen auflöslich. Wandelt sich mitunter in Malachit um.

Kupferlasur findet sich oft mit Malachit zusammen, schön krystallisirt besonders zu Chessy bei Lyon. Dient zur Kupfergewinnung.

Kupfervitriol, triklinisch, $CuSO_4 + 5\,H_2O$, durch Zersetzung schwefelhältiger Kupfererze sich bildend. Wasser, welches denselben aufgelöst enthält, heisst Cementwasser (s. S. 48).

Weissbleierz (Cerussit).[6]

Rhombisch (Comb. Fig. 84), häufig Zwillinge und Drillinge. Stängelige, körnige Aggregate, dicht und erdig. Farblos, weiss,

---

[1]) Nach dem englischen Chemiker Smithson, welcher 1803 eine genauere Analyse dieses Minerals gab, nachdem er schon im J. 1779 zeigte, dass eine Art Galmei vorzüglich Kieselsäure, eine andere Kohlensäure enthalte. [2]) Soll aus dem arab. *Golem almaj*, brauner Klumpen, abstammen. [3]) gr. *malâche*, Malve. [4]) persisch *lâdschuward* Blaustein. [5]) franz. *azur*, die blaue Farbe des Himmels. [6]) lat. *cerussa*, Bleiweiss.

grau bis schwarz; Diamantglanz bis Wachsglanz; durchsichtig bis durchscheinend; Strich weiss, H = 3—3·5, D = 6·4—6·6; $PbCO_3$. Kommt meist in Begleitung des Bleiglanzes vor und wird, wo er sich in grösserer Menge findet, zur Bleigewinnung verwendet.

Gelbbleierz (Wulfenit).[1])

Pyramidal, oft tafelförmig (Comb. Fig. 65) und derb. Meist wachs- oder honiggelb; Wachsglanz; Strich weiss; H = 3, D = 6·3—6·9; $PbMoO_4$. Findet sich in grösserer Menge in Kärnthen (Bleiberg), in Nordamerika (Utah), und dient zur Bereitung der Molybdänsäure.

Grünbleierz (Pyromorphit).[2])

Hexagonal (vorherrschend die Combination ∞P.oP.) und derb. Meist grün und braun (Braunbleierz); Wachsglanz; Strich weiss bis gelblichbraun, H = 3·5—4, D = 6·5—7·1; $3Pb_3(PO_4)_2$, $PbCl_2$. Zersetzt sich mitunter in Bleiglanz, wodurch unrein bleigrau gefärbte Pseudomorphosen (Blaubleierz) entstehen.

Kommt meistens mit Bleiglanz zusammen vor und dient mit diesem zur Bleigewinnung.

Wolfram[3]), monoklinisch (C = 89°22′), häufig derb. Sehr vollkommen spaltbar nach ∞P∞; Farbe bräunlichschwarz, Strich braun, H = 5—5·5, D = 7·1—7·5; $FeWO_4$, Fe mit Mn vicarirend.

Ein Begleiter des Zinnerzes. Dient zur Darstellung verschiedener Farben und des Wolframstahles.

III. Classe: Steine.

Silicate nicht schwerer Metalle; Kieselsäure und Erden.

I. Ordnung: Sklerite.[4])

Unmetallisches Aussehen; Härte, mit Ausnahme einiger Varietäten des Opals über 6.

Korund.[5])

Rhomboëdrisch (Comb. Fig. 130). Krystalle eingewachsen oder lose auf secundärer Lagerstätte, kommt auch in feinkörnigen Aggregaten als S m i r g e l[6]) vor. Die krystallisirten durchsichtigen Varietäten heissen, wenn sie blau sind S a p p h i r[7]), wenn sie roth sind R u b i n.[8]) Dieselben haben einen deutlichen Dichroismus. Trübe undurchsichtige Abänderungen des Korunds, welche mitunter eine deutliche Spaltbarkeit besitzen, nennt man D i a m a n t s p a t h. H = 9, D = 3·9—4; Al_2O_3 (Thonerde).

---

[1]) Nach F. X. Freiherr von Wulffen (1728—1805), Jesuit und Prof. der Math. und Physik in Klagenfurt. [2]) gr. *pyr*, Feuer, *morphê*, Gestalt in Beziehung auf das Krystallisiren aus dem Schmelzflusse. [3]) Wolfrig soviel wie gefrässig, darauf hindeutend, dass dieses Mineral mit Zinnerzen eingeschmolzen den Zinngehalt vermindert. [4]) gr. *sklêros* hart. [5]) Indisches Wort. [6]) gr. *smíris*, zum Schleifen und Poliren der Steine und Metalle gebrauchte Körper. [7]) hebräisch *sappir*, gr. *sáppheiros*, ein blauer Edelstein. [8]) lat. *rubeus*, roth.

Rubin und Sapphir, welche als Edelsteine sehr geschätzt sind, kommen zumeist aus Ostindien und Ceylon; der Diamantspath, welcher in Nordamerika (Carolina) und in Ostindien vorkommt, sowie der Smirgel, der häufig durch etwas Magnetit verunreinigt ist und zum grössten Theil von der Insel Naxos bezogen wird, dienen als Schleif- und Polirmaterial.

Spinell. [1])

Tesseral, gewöhnliche Krystallform ist O; oft in Oktaëder-Zwillingen (Fig. 133) wie das Magneteisen. Krystalle in Gesteinen eingewachsen und im aufgeschwemmten Lande mehr oder weniger abgerundet als lose Körner vorkommend. Verschiedene Farben; durchsichtig bis undurchsichtig; Strich weiss. Der durchsichtige Spinell bricht das Licht einfach und ist daher nicht dichromatisch. $H = 8$, $D = 3{\cdot}5—3{\cdot}8$; wesentlich $Mg(Al_2)O_4 = MgO, Al_2O_3$.

Sehr geschätzt als Edelstein ist der rothe Spinell, Rubin-Spinell, Balas-Rubin[2]) oder Rubin-Balais genannt, welcher auf secundärer Lagerstätte in Ostindien und auf Ceylon vorkommt. Pleonast[3]) ist ein eisenhältiger Spinell von dunkler bis schwarzer Farbe. Er findet sich auf Ceylon, am Vesuv, am Monzoniberg (Südtirol), in Nordamerika, woselbst mehrere Zoll grosse Krystalle gefunden wurden.

Hercynit[4]), grünlichschwarz, in feinkörnigen Aggregaten bei Ronsberg in Böhmen vorkommend, dient wie der Smirgel, mit welchem er mitunter verwechselt wird, als Schleif- und Polirmaterial; $H = 7—8$, $D = 3{\cdot}9—4$; wesentlich $Fe(Al_2)O_4 = FeO, Al_2O_3$.

Topas. [5])

Rhombisch, in deutlichen säulenförmigen Krystallen (Comb. Fig. 85 und 86). Die Prismenflächen vertical gestreift. In aufgewachsenen und eingewachsenen Krystallen, in stängligen Aggregaten, eingesprengt und als Geschiebe vorkommend; sehr vollkommene Spaltbarkeit nach oP; farblos, meistens gefärbt, vorzugsweise wein- bis honiggelb. Durchsichtig bis kantendurchscheinend; Glasglanz; Strich weiss. $H = 8$, $D = 3{\cdot}4—3{\cdot}6$; ein Aluminiumsilicat, worin O zum Theil durch Fl ersetzt ist.

Die brasilianischen Topase sind honiggelb und werden geglüht, roth (gebrannte Topase oder brasilianische Rubine). Blasse, grünlich- oder blaulichweisse (aquamarinfärbige) Topase finden sich im Ural und in Sibirien. Weingelb sind die sächsischen, und farblos die aus Brasilien kommenden Topasgeschiebe.

---

[1]) Ein aus dem Mittelalter stammender Name unbekannter Abstammung. [2]) Von dem ostindischen Orte Balasia, wo sie der Venezianer Marco Polo (13. Jahrh.) fand. [3]) gr. *plēonasmos*, Ueberfluss, weil das Oktaëder mit kleinen Combinationsflächen des Ikositetraëders 3O3 vorkommt. [4]) lat. *silva hercynia*, Böhmerwald. [5]) Von der Insel Topazos im Rothen Meer.

Beryll. [1])

Hexagonal, gewöhnliche Combination ∞P.oP, untergeordnet mit 2P2 (Fig. 121). Farblos, meistens jedoch gefärbt, vorherrschend smaragdgrün in verschiedenen Nüancen, gelb und blaulich; durchsichtig bis undurchsichtig; dichromatisch; Glasglanz; Strich weiss. H = 7·5—8, D = 2·7; ein Aluminium- und Berylliumsilicat.

Smaragd [2]) heisst man den reinen, grünen Beryll, welcher als Edelstein geschätzt ist. Derselbe findet sich in Columbien (Muso), am Ural und im Habachthal bei Salzburg. Aquamarin [3]) nennt man durchsichtige blauliche oder blaulichgrüne (meergrüne) Abänderungen des durchsichtigen sogenannten edlen Berylls. Derselbe kommt vorzugsweise in Brasilien und Sibirien vor. Gemeiner Beryll ist trübe, meistens von schmutzig-gelbgrüner Farbe. Mehrere Fuss lange, über Fussdicke Krystalle desselben kommen in Nordamerika, im Granit von Grafton (New-Hampshire) vor, kleinere zu Bodenmais in Baiern.

Zirkon. [4])

Tetragonal, deutliche Krystalle (Comb. Fig. 62, 63, 64 u. 68). Farblos und gefärbt; durchsichtig bis undurchsichtig; Strich weiss; H = 7·5, D = 4·1—4·7; $ZrSiO_4$.

Als Schmuckstein ist bekannt der edle Zirkon oder Hyacinth. Dieser ist durchsichtig, hat eine rothbraune Farbe und einen diamantartigen Glanz. Er wird durch Erhitzen vor dem Löthrohr farblos. Gebrannte Zirkone werden mit der Schliffform des Diamants versehen und diesem zuweilen unterschoben. Der gemeine Zirkon kommt in verschiedenen meist trüben Farben vor.

Die meisten Zirkone werden aus dem Flusssande auf der Insel Ceylon gewonnen. Zirkon findet sich auch eingewachsen in Urgesteinen im Ural und in Norwegen (im Syenit), in Nordamerika etc.

Turmalin. [5])

Rhomboëdrisch, deutlich krystallisirt, an einer Seite der Hauptaxe anders als an der anderen entwickelt, daher wie der Hemimorphit (S. 67) hemimorph. Krystalle gewöhnlich säulenförmig, die Prismen vertikal gestreift; stänglige Aggregate. Farblos, gewöhnlich gefärbt, grün, braun, roth (Rubellit), blau (Indigolith), am häufigsten schwarz (Schörl) [6]), zuweilen derselbe Krystall nach innen und aussen, sowie nach oben und unten verschieden gefärbt, die Farben übergehend oder in scharf begrenzten Zonen. Durchsichtig bis undurchsichtig; Glasglanz; deutlich dichromatisch, schon mit freiem Auge wahrnehmbar; polarthermo-

---

[1]) Alter Name, Abstammung unbekannt. [2]) gr. *smáragdos*, alte Bezeichnung für grüne Steine. [3]) lat. *aqua marina*, Meerwasser. [4]) Vielleicht von *jargon*, womit die älteren franz. Juweliere Steine bezeichneten, die dem Diamant ähnlich sind. [5]) *Turmale*, ceylonischer Name. [6]) schwedisch *skorl*, spröde.

elektrisch. H = 7—7·5, D = 2·9—3·2; chemische Zusammensetzung complicirt und schwankend, wesentlich ein Aluminiumsilicat mit Mg, Ca, Fe, Mn, Na, K und Li-Silicaten; Al_2 theilweise durch B_2 vertreten.

Rothe Turmaline finden sich in Sibirien (Sibirit), am Ural und auf Ceylon; grüne, und mitunter blaue, in Brasilien, auf Elba, in der Schweiz; braune in Kärnthen. Am verbreitetsten ist der schwarze Turmalin, der häufig als Gemengtheil von Gebirgsgesteinen (Turmalinfels) auftritt. Der Turmalin wird als Schmuckstein und zu Plättchen für Polarisationsapparate verwendet.

Granat. [1]

Tesseral, gewöhnlich ∞O und 2O2 oder beide in Combination (Fig. 34). In eingewachsenen oder aufgewachsenen Krystallen, in körnigen und dichten Aggregaten, sowie auch auf secundärer Lagerstätte als Geschiebe und Körner vorkommend. Am häufigsten kirschroth (Almandin)[2], grünlich (Grossular)[3], gelbbraun (Kaneelstein)[4], braun und schwarz (Melanit)[5] gefärbt. Glas- bis Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig. H = 6·5—7·5, D = 3·2—4·3; chemische Zusammensetzung schwankend, wesentlich Ca, Mg, Fe und Mn-Silicate mit (Al_2), (Fe_2), (Cr_2), (Mn_2)-Silicaten. Der Almandin, häufig als Schmuckstein verwendet, kommt aus Tirol (Zillerthal), aus Böhmen (Kolin) und aus Indien (Pegu). Der gemeine Granat ist sehr verbreitet.

Pyrop. [6]

Selten in undeutlichen Hexaëdern, gewöhnlich in eingewachsenen oder losen Körnern. Blutrothe Farbe und ziemlich durchscheinend; eisen- und chromhältiger Magnesium-Aluminiumgranat; in seinen weiteren Eigenschaften dem Granat ähnlich. Findet sich in schleifwürdigen Exemplaren nur in Böhmen (Meronitz), wo die Pyrope lose im zersetzten Serpentin und im Schuttlande vorkommen und durch Auswaschen und Ausklauben gewonnen werden.

Man findet sehr selten Stücke, die 10 oder mehr Karat erreichen, weshalb die grösseren Pyrope sehr hoch geschätzt sind.

Vesuvian (Idokras). [7]

Tetragonal, einfache Formen und Combinationen zahlreich. Häufig vorkommende Combinationen sind in den Fig. 66 und 67 (S. 16) dargestellt. Gefärbt, meistens grün, braun bis schwarz; Glas- oder Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig; H = 6·5, D = 3·3—3·4; wesentlich Calcium- und Aluminiumsilicat. Findet sich am Vesuv, in Piemont (Mussaalpe), in Tirol (Monzoniberg), in Böhmen bei Eger (Egeran genannt) u. s. w.

---

[1] lat. *granum*, Korn, wegen seines Vorkommens in Körnerform. [2] Nach der Stadt Alabanda in Carien (Kleinasien). [3] lat. *grossularia*, Stachelbeere. [4] neul. *canella*, Zimmtrinde. [5] gr. *mélas*, schwarz. [6] gr. *pyr*, Feuer; *opsis*, Ansehen. [7] gr. *eidos*, Gestalt; *krasis*, Mischung; seine Gestalt wurde früher nicht richtig erkannt und mit jener des Zirkons verwechselt.

Epidot[1] (Pistazit).[2]

Monoklinisch; Habitus der Krystalle horizontal säulenförmig (Comb. Fig. 100), spaltbar nach oP. Gewöhnlich grün in's Gelbe gehend, gefärbt; Glasglanz; durchscheinend bis undurchsichtig; wesentlich ein Calcium- und (Al_2), (Fe_2)-Silicat.

Findet sich in Norwegen (Arendal), in Piemont, Frankreich (Bourg d'Oisans), im oberen Sulzbachthal (in den Tauern) u. s. w.

Olivin[3] (Chrysolith).[4]

Rhombisch (Comb. Fig 87). Meistens olivengrün bis spargelgrün; Glasglanz; durchsichtig bis durchscheinend; H = 6·5—7 D = 3·2—3·5; wesentlich ein Magnesiumsilicat.

Die schönsten Varietäten des Olivins kommen als lose Krystalle und Körner aus dem Orient (Oberegypten, Ceylon) und aus Brasilien. Weniger schön sind die Krystalle oder körnigen Aggregate, welche in Basalten, sowie im Meteoreisen eingewachsen vorkommen. Bekannt ist das Vorkommen der sog. Olivenbomben (körnige kuglige Massen) in dem Basalttuff bei Kapfenstein in Steiermark und im Basalt des Kosakowberges bei Turnau in Böhmen.

Dichroit[5] (Cordierit)[6], rhombisch, violblau in verschiedenen Nüancen, ausgezeichnet trichromatisch. H = 7—7·5, D = 2·6—2·7.

Andalusit, rhombisch, gewöhnlich ∞P . oP. Die brasilianischen, rothen durchscheinenden Varietäten sind trichromatisch. Manche Andalusite, z. B. jene von Lisens in Tirol, zersetzen sich, wobei sie ihre ursprüngliche Härte (7—7·5) verlieren und weich werden.

Axinit[7], triklinisch; nelkenbraun; durchsichtig bis durchscheinend; trichromatisch. H = 6·5—7, D = 3·3. Findet sich schön krystallisirt zu Oisans in der Dauphiné.

Quarz.[8]

Hexagonal, gewöhnlich ∞P . P. Die Pyramide P vollständig wie in Fig. 131 oder was sehr häufig der Fall ist, ungleich ausgedehnt als R und — R (Fig. 132) entwickelt; ∞P in der Regel horizontal gestreift; Verziehungen der Krystalle (S. 32) oft vorkommend. Der Quarz kommt in deutlichen Krystallen (mitunter von ansehnlicher Grösse), in Krystallaggregaten, in Pseudomorphosen, makro- bis kryptokrystallinischen Aggregaten, als Geschiebe, Gerölle, Sand und als Versteinerungsmaterial von Petrefacten vor.

Farblos und gefärbt; Glasglanz, auf den Bruchflächen oft Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig. Durch Reiben wird der Quarz positiv elektrisch. H = 7, D = 2·5 — 2·8; SiO_2 mit kleinen Beimengungen, welche wesentlich auf Farbe und Durchsichtigkeit Einfluss haben; vor dem Löthrohr unschmelzbar, nur im Knallgas-

---

[1] gr. *epidosis*, Zugabe, weil Hauy (1743—1822) meinte, die Basis sei ein Rhomboid und dieses dann gegen die rhombische Basis des Amphibols, mit dem er den Epidot verglich, in seinen Seiten eine Zugabe habe. [2] Wegen der pistaziengrünen Farbe. [3] Nach der olivengrünen Farbe. [4] gr. *chrysos*, Gold; *lithos*, Stein, goldgrüner Stein. [5] S. S. 38. [6] Nach P. L. A. Cordier, Prof. am Museum d'histoire naturelle in Paris. [7] gr. *axiné*, Axt, mit welcher die Krystallformen ähnlich sind. [8] Vielleicht von Warze, Gewarz oder nach dem knirschenden Ton bei der Bearbeitung.

gebläse schmelzbar, löslich in Flusssäure, in heisser Kalilauge unlöslich (die Opalkiesel z. Th. löslich).

a) Krystallisirte oder krystallinische, durchsichtige bis undurchsichtige Quarze:

Bergkrystall, farblos oder wenig gefärbt, durchsichtig bis durchscheinend; Amethyst,[1] violblau; Citrin[2] (böhmischer Topas), gelb; Rauchquarz (Rauchtopas), rauchgrau; Morion,[3] schwarz; Rosenquarz, rosenroth; Eisenkiesel, gelbbraun oder rothbraun (Compostellaquarz); Milchquarz, weiss, undurchsichtig; Prasem,[4] lauchgrün, von eingeschlossenen Kryställchen des Strahlsteins; gemeiner Krystallquarz, trüb gefärbt, undurchsichtig; Avanturinquarz,[5] durch feine Sprünge und eingeschlossene röthliche Glimmerschüppchen flimmernd; Katzenauge, ein Quarz, in welchen feine Asbestnadeln parallel zu einander eingebettet sind. Muglich (convex) geschliffen, zeigt er einen seidenähnlichen, bläulichen Schimmer.

Schöne und mitunter sehr grosse Bergkrystalle finden sich in der Schweiz, in Savoyen, Tirol, in der Dauphiné, am Ural, auf Ceylon, Madagaskar u. s. w. Wasserhelle kleinere, glänzende Bergkrystalle kommen im Marmaroscher Comitate in Ungarn (Marmaroscher Diamanten) und im Carrara-Marmor vor. Reine Bergkrystall-Geschiebe findet man im Rhein (Rheinkiesel) u. a. Flüssen.

Im Hofmineraliencabinet in Wien befindet sich ein Schweizer Rauchquarzkrystall, 206 Pfd. schwer.

b) Kryptokrystallinische (dichte), durchscheinende und undurchsichtige Quarze:

Jaspis,[6] undurchsichtig, roth (Blutjaspis), gelb und braun (egyptischer Jaspis), grau; manchmal in Farbenzeichnungen (Bandjaspis); Hornstein, grau, braun und anders gefärbt, kantendurchscheinend, gewöhnlich als Versteinerungsmittel des Holzes (Holzstein) auftretend; Kieselschiefer, schwarz, undurchsichtig, mit schiefriger Absonderung (Lydit, Probirstein); gemeiner dichter Quarz (Quarzfels); ferner sogenannte Opalkiesel, welche in heisser Kalilauge z. Th. löslich sind, somit innige Gemenge von krystallinischer und amorpher Kieselsäure (Opal) darstellen: Feuerstein (engl. Flint), grau, braun, schwarz, kantendurchscheinend, Bruchstücke mit scharfen Kanten, als Knollen in der Schreibkreide eingelagert; Chalcedon,[7] durchscheinend, weiss, bläulich, gelblich, braun, roth (Carneol),[8] apfelgrün (Chrysopras),[9] lauchgrün (Plasma),[10] dunkelgrün, oft mit

[1]) gr. *a-methyein*, nicht trunken sein; früher als ein Talisman gegen Trunkenheit angewendet. [2]) Wegen der citronengelben Farbe. [3]) gr. *moros*, dunkel. [4]) gr. *prásios*, lauchgrün. [5]) Vielleicht vom franz. *aventure*, Zufall, in Beziehung auf den zufälligen Fund des ebenso benannten Glases bei Schmelzversuchen zu Murano bei Venedig. [6]) gr. *jaspis*, bei Theophrast. [7]) Von Chalcedon in Kleinasien. [8]) lat. *carneus*, fleischfarben. [9]) gr. *chrysos*, Gold; *praomai*, schätzen, wegen seines früheren hohen Werthes. [10]) gr. *plásma*, das Gebilde, Bildwerk.

gesprengten rothen Jaspis (Heliotrop),[1] weiss mit roth oder schwarz geschichtet (Onyx),[2] lichtgefärbt mit eingesprengten Dendriten von Chlorit, färbenden Metalloxyden u. dgl. (Mokkastein); Achat,[3] oft in knollenförmigen Stücken (Achatmandeln, Achatgeoden) vorkommend, aus wechselnden, dünnen concentrischen Lagen (theilweise auch aus einem Gemenge) verschiedenfärbiger Varietäten von Chalcedon, Jaspis u. s. w. bestehend (Band-, Korallen-, Trümmer-, Regenbogen-, Moosachat u. s. w.).

Chalcedone lassen sich mit färbenden Pigmenten imprägniren, welche Eigenschaft theils zum Nachfärben matter Farbenvarietäten, theils zum Färben lichter Chalcedone benützt wird. Onyxe hat man im Alterthume viel zu Cameen verarbeitet.

Der Quarz ist ein sehr verbreitetes Mineral. Er tritt als Gemengtheil vieler Gebirgsgesteine auf und bildet auch für sich eine Gebirgsart. Die schöneren Varietäten werden geschliffen und als Schmuck- und Ornamentsteine benützt, die gewöhnlichen Quarze dienen hauptsächlich zur Glasfabrikation.

Opal.[4])

Amorph; derb und eingesprengt; farblos, gewöhnlich gefärbt; Glas- und Fettglanz; durchsichtig bis undurchsichtig; Härte 5·5 — 6·5, D = 1·9 — 2·3; SiO_2 mit Wasser; vor dem Löthrohr unschmelzbar, die meisten zerknisternd; in heisser Kalilauge fast gänzlich auflöslich.

Edler Opal, durchscheinend mit irisirendem Farbenspiel, welches diesem Opal seinen Werth als Juwel verleiht. Bekannt ist der milchweisse bis hellgraue, in den schönsten Regenbogenfarben spielende ungarische Opal. Die ältesten Opalgruben sind die von Czerwenitza in Nordungarn, woselbst der edle Opal auf Klüften oder eingesprengt (Opalmutter) im Trachyt vorkommt.

Das grösste Exemplar von edlem ungarischen Opal, 2940 Karat[5]) schwer, ungeschliffen, befindet sich im Hofmineraliencabinet in Wien.

Feueropal, blass-gelbroth, durchscheinend mit röthlichem oder grünlichem Farbenschimmer, im Trachyt bei Zimapan in Mexico vorkommend; Hydrophan,[6]) Weltauge (*oculus mundi*), weiss, undurchsichtig, in Wasser oder Oel getaucht, wird er durch Einsaugung durchscheinend und farbenspielend; Milchopal, milchweiss, durchscheinend bis undurchsichtig; Wachsopal, wachsgelb, durchscheinend; Hyalith,[7]) farblos, durchsichtig, traubig, nierenförmig; Kascholong,[8]) gelblich weiss, weiss, matt, undurchsichtig, Ueberzüge bildend; Kieselsinter; Menilit, knollige, braune oder graue Knollen (Concretionen), im Klebschiefer von Menilmontant bei Paris vorkommend; Halbopal oder Holzopal, meistens als versteinertes Holz auftretend; Jaspopal,

---

[1]) gr. *helios*, Sonne; *trépo*, wenden. [2]) gr. *onyx*, Fingernagel. [3]) Vom Flusse Achatus in Sicilien. [4]) gr. *opallios*, Edelstein bei Dioscorides. [5]) 606 Gramm oder 34·6 Wr. Loth. [6]) gr. *hydor*, Wasser; *phanós*, leuchtend, scheinend. [7]) gr. *hyalos*, Glas. [8]) mongolisch.

roth, braun, ochergelb, fettglänzend, undurchsichtig, viel Eisen enthaltend.

2. Ordnung: Felsite.

Unmetallisches Aussehen; Härte bei 6. Die meisten der hierher gehörigen Mineralien treten als wesentliche Gemengtheile verbreiteter Gebirgs- oder Felsarten auf. Wasserfreie Silicate.

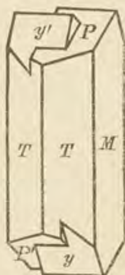
Feldspathe:

Dieselben sind monoklinisch und triklinisch, letztere in ihren Winkeln den ersteren sehr nahe; alle sind deutlich spaltbar und zwar in demselben Sinne, nämlich nach der Basis und nach der Längsfläche. Sie sind vorherrschend weiss oder lichtfarbig; die Härte aller ist bei 6, die Dichte wechselt innerhalb geringer Grenzen (2·5—2·8).

Orthoklas. [1]

Monoklinisch, die Krystalle sind theils rhombisch säulenförmig (Fig. 96 am Adular), theils tafelartig oder sechsseitig säulenförmig (Fig. 97; gewöhnlichste Form Fig. 98), und theils rechtwinklig säulenförmig (Fig. 99). Oft Zwillingskrystalle; das allerhäufigste Gesetz, nach welchem besonders die in Graniten und Porphyren eingewachsenen Krystalle der Combination Fig. 97 zu Durchdringungs-Zwillingen (Fig. 137) verbunden sind, ist: Zwillingsebene das Orthopinakoid. Man nennt dieses Gesetz das Carlsbader Gesetz, weil es zuerst an den Krystallen der Carlsbader Gegend erkannt wurde.

Fig. 137.



Spaltbar nach oP und ∞P∞ sehr vollkommen; farblos, bisweilen wasserhell, häufig gefärbt, besonders gelblich-, graulich- oder röthlichweiss, fleischroth, spangrün (Amazonenstein); Glasglanz, auf der basischen Spaltungsfläche oft Perlmutterglanz. Durchsichtige bis durchscheinende Varietäten (Adular) [2] haben mitunter einen blaulichen Lichtschimmer (Mondstein), undurchsichtige trübe gefärbte, wie der Orthoklas von Friedrichsvärn in Norwegen, haben einen Farbenschimmer; H = 6, D = 2·5—2·6; wesentlich ein Kaliumfeldspath $K_2(Al_2)Si_6O_{16} = K_2O, Al_2O_3, 6SiO_2$. ($K_2$ durch etwas Na_2 und Ca vertreten.) Viele Orthoklase unterlagen im Laufe der Zeit einer Zersetzung zu Kaolin (Porzellanerde, Porzellanthon). Der gemeine Orthoklas (Feldspath) ist wesentlicher Gemengtheil des Granites, Gneisses, Syenites und Porphyrs. Die Individuen der zusammengesetzten Gebirgsmassen manchmal von bedeutender Grösse (individualisirte Massen).

---

[1] gr. *orthós*, gerade, recht; *kláo*, spalten, weil er in zwei auf einander gerade (rechtwinkelig) stehenden Richtungen spaltbar ist. [2] Vom Adula-Gebirge in der Schweiz.

Feinkörniger und dichter Feldspath (Feldstein) bildet mit Quarz gemengt die Grundmasse vieler Gesteine (Granulit, Porphyre).

S a n i d i n [1]) (glasiger Feldspath), grau, graulichweiss, durchscheinend, wahrscheinlich eine Orthoklas-Varietät, findet sich häufig in Trachyten, oft in tafelförmigen, sehr rissigen Krystallen.

Albit[2]), triklinisch, (Comb. Fig. 104), Zwillingsbildung sehr häufig; in Folge dessen auf oP Zwillingsstreifung. Spaltbar nach oP und ∞P̆∞; derb und eingesprengt vorkommend, durchsichtig bis durchscheinend; farblos, gewöhnlich weiss in verschiedenen Nüancen. H = 6—6·5, D = 2·6—2·7; $Na_2(Al_2)Si_6O_{16}$ = Na_2O, Al_2O_3, $6SiO_2$; Na_2 etwas durch Ca oder K_2 ersetzt. Wesentlich ein N a t r i u m f e l d s p a t h. Ein Gemengtheil mancher Diorite.

P e r i k l i n [3]), weiss, trüb, ziemlich häufig in den Tiroler und Salzburger Alpen.

Oligoklas[4]), triklinisch, Krystalle selten, basische Spaltungsfläche mit Zwillingsstreifung; grünlichgrau; Fettglanz; trübe; wesentlich ein N a t r i u m c a l c i u m - F e l d p a t h. Häufig im Granit und Gneiss (von Skandinavien, Finnland, Nordamerika), im Porphyr, Diorit, Diabas u. s. w.

Anorthit[5]), triklinisch, Krystalle isomorph denen des Albits; spaltbar nach oP und ∞P̆∞; farblos, weiss, Glasglanz; durchsichtig und durchscheinend; C a l c i u m f e l d s p a t h $CaAl_2Si_2O_8$ = CaO, Al_2O_3, $2SiO_2$; Ca durch etwas Mg, K_2 oder Na_2 vertreten. In der Somma des Vesuvs und in anderen Eruptivgesteinen.

Labradorit (Labrador).

Triklinisch, Krystalle nur eingewachsen, selten deutlich; häufig in individualisirten Massen (an der deutlichen durchgehenden Spaltbarkeit (oP und ∞P̆∞) zu erkennen); Spaltungsflächen mit deutlicher Zwillingsstreifung; grau; wenig durchscheinend; manche Varietäten haben eine schöne Farbenwandlung, besonders auf den brachydiagonalen Spaltungsflächen. H = 6, D = 2·6—2·7; wesentlich ein C a l c i u m n a t r i u m - F e l d s p a t h. Kommt vor auf der Küste Labrador und in Russland (bei Kiew und in Volhynien). Gemengetheil vieler Gesteine. Die farbenspielenden Varietäten werden als Schmucksteine verwendet.

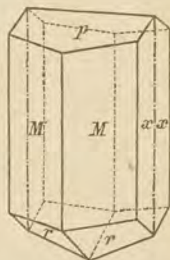


Fig. 138.

Hornblende[6]) (Amphibol).[7])

Monoklinisch, häufig ist die Combination oP . P . ∞P . ∞P∞ (Fig. 94); Zwillingsbildung nach der Zusammensetzungsfläche ∞P∞ (Fig. 138), wodurch scheinbar hemimorphe Krystalle gebildet werden. In ein- und aufgewachsenen Krystallen, in stängligen, faserigen, sowie auch in körnigen Aggregaten vorkommend. Deutliche Spaltbarkeit nach ∞ P; vorherrschend grün und schwarz, sonst

[1]) gr. *sanís*, Brett, Getäfel, wegen der plattenförmigen Krystalle. [2]) lat. *albus*, weiss. [3]) gr. *periklinés*, sich ringsum neigend, in Bezug auf die Basisfläche. [4]) gr. *oligós*, wenig; *kláo*, spalten, minder vollkommen spaltbar. [5]) gr. *anorthos*, nicht gerade (recht winkelig) spaltbar. [6]) Horn, wegen der Zähigkeit der Hornblendegesteine. [7]) gr. *amphíbolos*, zweideutig, mit Schörl zu verwechseln.

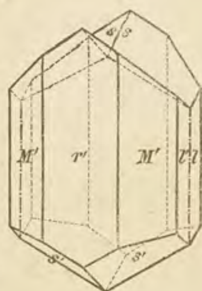
aber auch weiss, grau und braun; undurchsichtig bis durchscheinend; H = 5—6, D = 2·9—3·3. Chemische Zusammensetzung sehr schwankend, wesentlich Mg, Ca, Fe-Silicate mit Al_2O_3 und F_2O_3.

Grammatit[1]) (Tremolit)[2]), weiss, grau, hellgrün in langsäulenförmigen Krystallen und in stängligen Aggregaten, perlmutter- oder seidenglänzend, durchscheinend besonders im körnigen Kalksteine und Dolomit von Campolongo am St. Gotthard vorkommend; Strahlstein (Aktinolith)[3]), lichtgrün bis schwärzlichgrün in eingewachsenen säulenförmigen Krystallen und radialstängligen Aggregaten meist im Talk- oder Chloritschiefer; Amphibol-Asbest (Amiant, Byssolith)[4]), äusserst feinfaserige und haarförmige Abänderungen, mitunter seidenglänzend, von Grammatit und Strahlstein, hauptsächlich im Talkschiefer eingelagert; gemeine Hornblende, dunkelgrün bis grünlichschwarz, undurchsichtig, in Krystalldrusen, derb (Hornblendegestein) und eingesprengt als Gemengtheil der Hornblende-Gneisse; basaltische Hornblende, bräunlichschwarz, undurchsichtig, eingewachsene, rundum ausgebildete Krystalle (meistens in der oben angegebenen Combination) in basaltischen und trachytischen Gesteinen.

Augit[5]) (Pyroxen).[6])

Monoklinisch, häufig die Combination P . ∞P . ∞P∞ . ∞P∞ (Fig. 95). Zwillinge mit der Zusammensetzungsfläche ∞P∞ (Fig. 139); dieselben haben einwärts springende Kanten, wodurch sich diese Zwillinge von jenen des Amphibols leicht unterscheiden lassen.

Fig. 139.



In den übrigen Eigenschaften ist der Pyroxen dem Amphibol ähnlich.

Diopsid[7]), Krystalle, gewöhnlich in der Richtung der Hauptaxe verlängert, oft flächenreich, auch in stängligen, strahligen und faserigen Aggregaten, die in Augit-Asbest übergehen können; farblos, grau, hellgrün; durchsichtig bis durchscheinend. Schöne Krystalle finden sich in Piemont (Mussaalpe im Alathale), in Tirol (Zillerthal), in der Schweiz, am Ural etc. Augit, krystallisirt und derb (Augitfels); grün, braun, schwarz; undurchsichtig; häufig als Gemengtheil von Gebirgsgesteinen auftretend.

---

[1]) gr. *gramme*, Strich, wegen der langstängligen Krystalle. [2]) Von Val Tremola in der Schweiz. [3]) gr. *aktis*, Strahl. [4]) gr. *asbestos*, unvergänglich (im Feuer); gr. *amiantos*, unbefleckt, rein; gr. *byssos*, baumwoll-, seiden- oder flachsartiger Faserstoff. [5]) gr. *auge*, Glanz. [6]) gr. *pyr*, Feuer; *xenós*, Fremdling, weil man glaubte, dass dieses Mineral kein Product des Feuers sei und nur zufällig in die vulkanischen Gesteine gekommen sei. [7]) gr. *dis*, zweifach, *opsis*, Anblick, Ansicht, weil die Krystalle nach ihrer zweifach möglichen Aufstellung verschieden gedeutet werden können (was übrigens bei allen monoklinischen Krystallen der Fall ist).

Disthen[1], triklinisch, meistens in langgestreckten Krystallen; stänglige bis fasrige Aggregate; vollkommen spaltbar nach $\infty \bar{P} \infty$. Häufig sapphir- bis himmelblau (Cyanit), weisse, braune u. a. gefärbte Varietäten heissen Rhäticit[2]; durchscheinend; trichromatisch; H = 5—7 (am härtesten an den Kanten, auf den Flächen nach der Richtung des Ritzens verschieden); D = 3·5—3·7; Al_2SiO_5. Findet sich eingewachsen im Glimmerschiefer und im Quarz.

Leucit[3], tesseral (?) in rundum ausgebildeten Ikositetraëdern (Leucitoëdern) 2O2; graulich; H = 5·5—6, D = 2·5; wesentlich ein Kalium- und Aluminiumsilicat. In Laven, besonders in jener des Monte somma am Vesuv vorkommend.

Nephelin (Eläolith)[4], hexagonal, Krystalle gewöhnlich klein; auch krystallinisch. Auf Bruchflächen ausgezeichneten Fettglanz. H = 5·5—6, D = 2·6; wesentlich ein Kalium-, Natrium- und Aluminiumsilicat.

Nephelin begreift die farblosen, weissen und grauen, durchscheinenden, krystallisirten Varietäten; der Eläolith die trübfarbigen, grünen, braunen und rothen unbestimmt ausgebildeten grossen Individuen und derben Massen.

Beide Varietäten sind als wesentliche Gemengtheile gewisser Gebirgsarten wichtig.

Lasurstein (Lapis lazuli).

Tesseral, in ∞O jedoch selten deutlich, meistens in dichten Aggregaten, derb und eingesprengt; lasurblau, Strichblau; glasartiger Fettglanz. H = 5·5. D = 2·3—2·4; wahrscheinlich ein Natrium-Aluminiumsilicat verbunden mit einem Sulfide des Natriums. Vor dem Löthrohr entfärbt er sich und schmilzt zu einem weissen blasigen Glase, in Salzsäure entwickelt er etwas H_2S.

Kommt mit weissem Kalkstein verwachsen und mit eingesprengtem Pyrit vor, in Sibirien (Baikalsee), in der Tartarei, Bucharei, Tibet, in China, Chile sowie auch am Monte somma des Vesuvs. Wegen seiner schönen Farbe wird der Lasurstein geschliffen als Schmuck- und Ornamentstein benützt. Früher diente er auch zur Bereitung des Ultramarins.

3. Ordnung: Zeolithe.[5]

Unmetallisches Aussehen, wesentlich farblos oder weiss; vorwaltend Glas- oder Perlmutterglanz; H = 3—6, D = 1·9—3·3. Vor dem Löthrohr schmelzbar, meist leicht, mit Aufblähen, Aufschäumen oder Aufblättern. Im Kolben erhitzt, Wasser gebend. Wasserhaltige Silicate von Alkalimetallen, Alkalierdmetallen mit oder ohne Aluminium. Sie finden sich gewöhnlich als Ausfüllung von Hohlräumen (oft in Eruptivgesteinen), nie als Gemengtheile von Gebirgsarten.

Apophyllit[6] (Ichthyophthalm, Albin).[7]

Tetragonal, meist P.oP und $\infty P \infty$; Drusen und schalige Aggregate; vollkommen spaltbar nach oP; farblos oder blass

---

[1] gr. *dis*, zweifach, *sthenos*, Stärke, Härte. [2] Von den rhätischen Alpen. [3] gr. *leukos*, weiss, anfänglich für einen weissen Granat gehalten worden. [4] gr. *nephéle*, Nebel, weil durchsichtige Stücke in Salpetersäure trübe werden; gr. *elaion*, Oel. [5]. gr. *zéo*, kochen, nämlich vor dem Löthrohr. [6] gr. *apophyllis*, aufblättern vor dem Löthrohr. [7] gr. *ichthys*, Fisch; *ophthalmos*, Auge, in Beziehung auf den Glanz, — lat. *albus*, weiss.

gefärbt; Glasglanz; auf oP und den Spaltungsflächen, Perlmutterglanz; durchsichtig bis undurchsichtig; H = 4·5—5, D = 2·2 — 2·4; $4(H_2Ca(SiO_3)_2, H_2O)$, KFl; findet sich am Harz (Andreasberg), Tirol (Seiseralpe), Böhmen (Aussig) etc.

Analcim. [1])

Tesseral, Krystalle 202 selbstständig oder mit ∞O∞, meistens in Drusen aufgewachsen; gewöhnlich weiss, grau bis röthlich; H = 5·5, D = 2·1—2·3; $Na_2Al_2(SiO_3)_4 + 2H_2O$. Kommt vor in Tirol (Fassathal), Böhmen (Salesl) auf den Cyclopen etc.

Harmotom [2]) (Kreuzstein), rhombisch (?), immer in Durchdringungszwillingen — **Desmin** [3]) (Strahlzeolith), rhombisch, säulenförmige Krystalle (nach ∞P̆∞ etwas breiter); häufig in garben- oder büschelförmigen Gruppen. Nach ∞P̆∞ sehr vollkommen spaltbar mit deutlichem Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen; meistens weiss — **Stilbit** [4]) (Blätterzeolith, Heulandit), monoklinisch (?), meistens tafelartige Krystalle durch Ausdehnung der Längsflächen (∞P∞). Nach ∞P∞ sehr vollkommen spaltbar und starken Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen; farblos, weiss und fleischroth — **Natrolith**, rhombisch, dünnsäulenförmige bis haarförmige Krystalle in Drusen sowie in büschligen und kugligen Aggregaten; farblos, graulichweiss, oft ins Gelbe gehend — **Chabasit**, [5]) rhomboëdrisch — **Prehnit**, [6]) rhombisch u. s. w.

4. Ordnung: Phyllite. [7])

Unmetallisches Aussehen; die Phyllite besitzen eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach der Basisfläche und lassen sich daher leicht in dünne Blättchen zertheilen; auf den Spaltungsflächen mit perlmutterartigem bis halbmetallischem Glanz. Geringe Härte, geringe Dichte.

Kaliumglimmer [8]) (Muscovit).

Rhombisch (?), in undeutlichen, tafelförmigen Krystallen. Gewöhnlich Blätter und Schuppen, auf- und eingewachsen, sowie blättrige, schuppige Aggregate bildend. Sehr vollkommene basische Spaltbarkeit, dünne Lamellen, sind durchsichtig und elastisch; farblos, weiss, grau, ins Gelbe, Braune und Grüne übergehend, vorherrschend hell in der Farbe. Auf den Spaltungsflächen mit metallartigem Perlmutterglanz. H = 2 — 3, D = 2·8 — 3·1; optisch zweiaxig.

Eine dünne Spaltlamelle des Kaliumglimmers zwischen die gekreuzten Turmalinplättchen gelegt, erscheint in der Mitte des Gesichtsfeldes allsogleich, oder bei gehöriger Drehung, die zwischen 0 und 45° gefunden wird, hell.

Der Kaliumglimmer ist ein Kalium-, Aluminiumsilicat oder ein Kalium-, Wasserstoff-, Aluminiumsilicat. Vor dem Löthrohr schmilzt er mehr oder weniger leicht zu einem trüben Glase.

---

[1]) gr. *analkis*, nicht kräftig, schwach, in seiner elektrischen Erregsamkeit. [2]) gr. *harmozo*, zusammenfügen; *témno*, schneiden, bezogen auf die Durchdringungszwillinge. [3]) gr. *desmé*, Bündel, Büschel. [4]) gr. *stilbe*, Glanz. [5]) gr. *chabazios*, Name eines Steines in den Gedichten des Orpheus erwähnt. [6]) Nach v. Prehn. [7]) gr. *phyllon*, Blatt. [8]) glimmern, glänzen, auf die Spaltungsflächen sich beziehend.

Dieser Glimmer ist sehr verbreitet als Gemengtheil vieler Gebirgsarten. Grössere Stücke finden sich nur auf Drusenräumen oder als Ausscheidungen in grosskörnigen, krystallinischen Silicatgesteinen (Granit, Gneiss, Glimmerschiefer u. a.), so z. B. am Ural, in Sibirien, in Nordamerika, in Skandinavien, Finnland, am St. Gotthard etc.

Grossblättriger Glimmer wird als sibirisches oder russisches Glas zu Fenstertafeln, zum Besatz von Lampenschirmen, zu Lampencylindern, zu Schutzbrillen für Eisenarbeiter etc. verwendet; gepulverter Glimmer dient als Streusand (Katzengold, Katzensilber) oder als Glimmerbronce (Glimmerbrocate) in der Malerei.

Lithiumglimmer.

Derselbe stimmt in seinen morphologischen und physikalischen Eigenschaften sehr mit dem Kaliumglimmer überein; nur findet sich der Lithiumglimmer oft von rosenrother bis pfirsichblüthenrother Farbe. In chemischer Beziehung ist derselbe ausgezeichnet durch einen Gehalt (0·9—2·3 Perc.) an Lithium. Vor dem Löthrohr schmilzt der Lithiumglimmer sehr leicht unter Aufwallen, wobei die Flamme roth gefärbt wird.

Rothe Varietäten finden sich besonders zu Bočena in Mähren (als Lepidolith, begleitet von rothem Turmalin); weisser Lithiumglimmer kommt auf den Zinnerzlagerstätten zu Zinnwald (als Zinnwaldit) und Altenberg in Sachsen vor.

Magnesiumglimmer (Biotit). [1]

Hexagonal, tafelartige Krystalle, schalige, blättrige und schuppige Aggregate oder eingesprengt. Sehr vollkommene, basische Spaltbarkeit, in dünnen Lamellen elastisch biegsam. Meistens dunkel gefärbt, grau, grün, braun, schwarz; starker metallartiger Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen. $H = 2·5 — 3$, $D = 2·7 — 3·1$; optisch einaxig.

Ein dünnes Blättchen von Magnesiumglimmer in die dunkle Turmalinzange gelegt, lässt das Gesichtsfeld in der Mitte dunkel, auch wenn das Glimmerblättchen gedreht wird.

Chemisch zeichnet sich der Magnesiumglimmer vom Kaliumglimmer charakteristisch dadurch aus, dass er neben Kalium meistens vorwaltend Magnesium, ferner oft einen bedeutenden Gehalt an Eisen besitzt.

Als Gemengtheil von Gebirgsgesteinen (Basalt, Trachyt, Porphyr, Granit etc.) wichtig. Findet sich am Vesuv, in Russland, Nordamerika etc.

Chlorit. [2]

Hexagonal, tafelförmige Krystalle (oP . ∞P oder oP . P), oft in kamm-, wulst- und kegelförmige Gruppen verwachsen; meist in blättrigen und schuppigen Aggregaten oder dicht mit

---

[1] Nach J. B. Biot. [2] gr. *chloros*, grün.

schiefriger Absonderung als **Chloritschiefer**; manchmal anderen Mineralien in feinen Schüppchen ein- und aufgewachsen. Spaltbar basisch sehr vollkommen; mild; dünne Blättchen durchsichtig, biegsam, aber nicht elastisch. Grün in verschiedenen Nüancen; Strich grünlich: Lamellen parallel zur Hauptaxe von einem Krystall geschnitten, zeigen im Dichroskop deutlichen Dichroismus (grün und roth); H = 1 — 1·5, D = 2·7—2·9. Ein Magnesiumsilicat, etwas Silicium durch Aluminium vertreten.

Der Chloritschiefer tritt als Gebirgsgestein auf, findet sich eingewachsen im Serpentin, auf Erzgängen, sowie in Drusen mancher Silicatgesteine. Er enthält mitunter Magneteisenkrystalle eingewachsen.

Aehnlich dem Chlorite ist der

Pennin[1] in Krystalldrusen vorkommend (Schweiz); schön dichromatisch.

5. Ordnung: Steatite.[2]

Die hierher gehörigen Mineralien sind durch ihre geringe Härte, vorherrschende Milde, sowie das öftere fettige oder seifenartige Anfühlen dem Talg (Unschlitt) ähnlich.

Talk.[3]

Rhombisch oder monoklinisch, selten in sechsseitigen oder rhombischen Tafeln; gewöhnlich in blättrigen, schuppigen Aggregaten, in schiefrigen Massen und mitunter fast dicht. Sehr vollkommen basisch spaltbar; sehr mild und geschmeidig, äusserst fettig anzufühlen; in dünnen Lamellen biegsam; weiss ins Grünliche und Gelbliche übergehend; Perlmutter- oder Fettglanz; dünne Spaltungslamellen sind durchsichtig und lassen sich im polarisirten Licht als optisch zweiaxig erkennen.[4] H = 1, D = 2·7—2·8; $H_2Mg_3(SiO_3)_4$. Vor dem Löthrohr leuchtet er stark, blättert sich auf, wird hart und ist unschmelzbar.

Talk findet sich im Urgebirge, als Talkschiefer eine besondere Felsart bildend. Seiner geringen Härte und Schlüpfrigkeit wegen wird er, fein gepulvert, als Schmiermittel (Federweiss, venetianischer Talk) für Holz und Leder, als Substrat bei Schminken etc. verwendet.

Speckstein (Steatit, Seifenstein).

Dichter (kryptokrystallinischer) Talk, oft in Pseudomorphosen vorkommend; mild; fettig anzufühlen; graulich-, gelblich- und röthlichweiss, mitunter dendritische Zeichnungen im Innern; Strich glänzend. H = 1·5, D = 2·6—2·8; vor dem Löthrohr brennt er sich noch härter als der Talk.

---

[1] Von den penninischen Alpen. [2] gr. *stear*, Talg. [3] arabisch *talq*, fettige Steinart. [4] Die Untersuchung geschieht in derselben Weise, wie sie beim Kaliumglimmer (s. S. 80) angegeben wurde.

Der Speckstein kommt weniger häufig als der Talk vor und findet sich z. B. zu Göpfersgrün bei Wunsiedel (Fichtelgebirge), Schemnitz (Ungarn), Hrubschitz (Mähren), im böhmischen Erzgebirge, Briançon (Dauphiné), in Cornwall und in Nordamerika (Massachusetts). Er dient als Schmiermittel, als Schreibmaterial (spanische Kreide, Schneiderkreide) auf Rechentafeln, auf Tuch und Seide, zu Sculpturarbeiten (Taufstein), zu Gasbrennern, zum Ausbringen von Fettflecken u. s. w.

Topfstein nennt man innige Gemenge aus Talk, Speckstein, Chlorit, Asbest u. a. Mineralien, welche wegen ihrer Weichheit, Milde und Feuerbeständigkeit zu Töpfen (Lavezstein)[1], Ofenplatten, Ziegeln etc. verwendet werden.

Agalmatolith[2] (Bildstein).

Derb, etwas schiefrig; Bruch splittrig; mild; kantendurchscheinend; grau, gelb, grünlich, roth; sich fett anfühlend; $H = 2-3$; $D = 2{\cdot}8-2{\cdot}9$; vor dem Löthrohr unschmelzbar. Kommt vor am Ochsenkopf bei Schwarzenberg in Sachsen, Wales (England) und bei Nagyag (Siebenbürgen). In China werden aus diesem und aus ähnlichen Steinen (Pagodensteinen) zahlreiche Sculpturarbeiten, von denen auch viele zu uns kommen, verfertigt.

Serpentin.[3]

Dicht, zuweilen auch in faserigen und körnigen Varietäten; Krystallformen nur als Pseudomorphosen, z. B. nach Olivin, Augit, Hornblende u. a. vorkommend; milde oder wenig spröde; häufig grün, auch gelb, grau, roth, braun, einfarbig und bunt, gefleckt, gestreift, geadert; wachsglänzend bis matt, der faserige (Chrysotil) hat einen seidenartigen Glanz; durchscheinend bis undurchsichtig. $H = 3-4$, $D = 2{\cdot}5-2{\cdot}7$; $H_2Mg_3(SiO_4)_2 + H_2O$, Mg theilweise durch Fe vertreten; vor dem Löthrohr brennt er sich weiss und schmilzt nur schwer an den schärfsten Kanten.

Edlen Serpentin nennt man den lichter gefärbten, durchscheinenden, welcher häufig mit Kalkstein verwachsen ist; gemeinen Serpentin die dunkelfarbigen, undurchsichtigen, durch allerlei Beimengungen verunreinigten Varietäten. Chrysotil[4] ist ein asbestartiger Serpentin (Serpentin-Asbest). Derselbe bildet bisweilen verworren faserige Aggregate (Bergleder, Bergkork). Wahrscheinlich gehört auch das sogenannte Bergholz von Sterzing (Tirol) hierher.

Der Serpentin ist ein ziemlich verbreitetes Gebirgsgestein. Der dichte Serpentin wird geschnitten, gemeiselt, gedrechselt und polirt zu Ornament- und Galanteriegegenständen verarbeitet (Zöblitz in Sachsen, in den Vogesen). Seiner Feuerbeständigkeit halber wird der Serpentin auch als feuerfestes Material verwendet.

---

[1] ital. *lavezzo*, Kochtopf. [2] gr. *agalma*, Bild. [3] lat. *serpens*, Schlange, mit deren verschiedenen Farbenzeichnungen dieser Stein Aehnlichkeit hat. [4] gr. *chrysós*, Gold; *tilos*, Faser.

Meerschaum.

Derb, meist in Knollen; Bruch feinerdig; mild; weiss, gelblich- oder graulichweiss; fühlt sich etwas fettig an; saugt Feuchtigkeit ein (ist hygroskopisch) und haftet deshalb stark an der feuchten Zunge. H = 2—2·5, D = 0·9—1·3 (im trockenen Zustande); ein wasserhaltiges Magnesiumsilicat. Seiner Hygroskopicität halber ist der Wassergehalt des Meerschaums veränderlich. Vor dem Löthrohr schrumpft er ein, wird hart und schmilzt an den Kanten. Der Meerschaum scheint ein Umwandlungsproduct von ihm ähnlich zusammengesetzten Silicaten zu sein.

Er findet sich besonders reichlich in Antolien, ferner bei Theben in Griechenland, bei Madrid und Toledo in Spanien, bei Hrubschitz in Mähren u. a. O. Sein Gebrauch zu Pfeifenköpfen, Cigarrenspitzen etc. ist bekannt.

Kaolin[1] (Porzellanerde, Porzellanthon).

Derb, erdig und zerreiblich; reinweiss oder etwas färbig; trocken fühlt er sich mager an; zieht begierig Wasser an und haftet an der Zunge; feuchter Kaolin riecht eigenthümlich (Thongeruch) und ist plastisch, H = 1, D = 2·2; $H_2Al_2(SiO_4)_2 + H_2O$, vor dem Löthrohr unschmelzbar. Der Kaolin ist grossentheils ein Zersetzungsproduct des Orthoklases und ähnlicher Mineralien. Er findet sich oft mit diesen am ursprünglichen Orte oder wurde durch Wasser fortgeführt und anderwärts abgesetzt, wodurch die Zufuhr verschiedener Beimengungen bedingt war. Unreine Abänderungen des Kaolins heissen im allgemeinen T h o n e (Pfeifenthon, Töpferthon, Lehm etc.).

Porzellanerde kommt vor in Sachsen, Böhmen, Frankreich, England u. s. w., und wird zur Darstellung des Porzellans und feinerer Thonwaaren verwendet.

IV. Classe: Haloïde.[2]

Nicht metallisches Aussehen, grösstentheils farblos oder licht gefärbt, meist geringe Härte und Dichte. Salze (zum ganz geringen Theile Oxyde) nicht schwerer Metalle und ametallischer Elemente mit Ausnahme der Silicate, der Kieselsäure sowie der Erden.

C a r b o n a t e:

Calcit[3] (Kalkspath, Kalkstein, Kalk).

Rhomboëdrisch; das Grundrhomboëder (R) mit der Polkante 105°5′, (dasselbe ist als Krystallgestalt nicht häufig, wohl aber

---

[1]) chinesisch *kao-ling*, Porzellanerde. [2]) Salzähnliche Mineralien; dem Steinsalze (gr. *hals*) im Aussehen, in der Härte und Dichte ähnlich. [3]) lat. *calx*, Kalk.

als Spaltungsgestalt). Zahlreiche Formen und Combinationen[1], von den letzteren sind einige der wichtigsten in den Figuren 123—129 (S. 29 und 30) dargestellt; nicht selten Zwillingsbildungen; Pseudomorphosen; krystallisirte und krystallinische Aggregate, gewöhnlich körnige und dichte. Sehr vollkommen spaltbar nach R; farblos und gefärbt; durchsichtig bis undurchsichtig; ausgezeichnete doppelte Strahlenbrechung (S. 36); H = 3, D = 2·6—2·8; $CaCO_3$ (Calciumcarbonat), häufig mit Beimengungen. Vor dem Löthrohr unschmelzbar unter starkem Leuchten sich kaustisch brennend; mit Säuren benetzt, aufbrausend.

Von den krystallisirten Varietäten ist der durchsichtige, wasserhelle Doppelspath die wichtigste, von den krystallinischen sind die körnigen und dichten, weissen oder gefärbten Abänderungen, Marmor genannt, hervorzuheben. Weiters gehören zum Calcit: Tropfsteine (Stalaktiten), Faserkalk, Mergel (Calcit mit beigemengtem Thon oder Kieselsäure), Schreibkreide etc. Der Calcit ist eines der am häufigsten vorkommenden Mineralien, er bildet für sich ansehnliche Gebirgsmassen oder tritt als Bestandtheil von Gebirgsgesteinen auf. Als Kalktuff, Kalksinter etc. bildet er sich fortwährend aus kalkhältigen Wässern.

Der Calcit findet eine ausgedehnte Verwendung. Der Doppelspath, welcher am schönsten auf der Insel Island vorkommt, wird als „isländischer Doppelspath“ zu optischen Apparaten verwendet. Manche Marmore, namentlich die weissen, körnigen (z. B. Carraramarmor) geben ein ausgezeichnetes Material für die Bildhauer; andere werden als Ornamentsteine, Bausteine etc. verwendet. Gebrannte Kalksteine finden eine grossartige Verwendung zur Mörtelbereitung. Die dichten Kalkschiefer von Kehlheim werden als Pflastersteine, theilweise als lithographische Steine benützt. Gewisse Thonmergel geben gebrannt, hydraulische Kalke.

Aragonit.

Rhombisch, Krystalle gewöhnlich nach der Hauptaxe säulenförmig, oft spiessig bis nadelförmig; Zwillingsbildung vorherrschend; stänglige bis faserige Aggregate in staudenförmigen (Eisenblüthe) oder krustenartigen oder sinterartigen (Sprudelstein) Bildungen; kuglig-schalig (Erbsenstein); farblos, oft weiss oder gelb, aber auch andersfärbig; durchsichtig bis undurchsichtig. H = 3·5—4, D = 2·8—3; $CaCO_3$, wie Calcit (Dimorphie S. 42); in Salz- oder Salpetersäure mit Aufbrausen (Entweichen der Kohlensäure) löslich. Vor dem Löthrohr unschmelzbar, durch Entweichen der Kohlensäure caustisch werdend (Aetzkalk). Aragonit krystallisirt, findet sich in Böhmen (Horschenz),

[1] F. X. M. Zippe (1791—1863), seit 1850 Professor der Mineralogie an der Universität in Wien, kannte im J. 1851 bereits 136 einfache Gestalten; gegenwärtig sind bei 800 verschiedene Combinationen des Calcits bekannt.

Spanien (Aragonien), Frankreich (Dax, in den Pyrenäen), Ungarn (Herrengrund) etc. die Eisenblüthe kommt am Erzberg in Steiermark, zu Hüttenberg in Kärnthen und der Sprudelstein und Erbsenstein in Carlsbad (Böhmen) vor.

Dolomit.[1])

Rhomboëdrisch, isomorph mit Calcit. Die häufigste Krystallform ist das Grundrhomboëder R. Der Dolomit kommt gewöhnlich grob-, feinkörnig bis dicht vor. Spaltbarkeit nicht so vollkommen wie beim Calcit; meistens licht gefärbt; Krystalle und Theilungsflächen oft perlmutterglänzend. H = 3·5—4·5, D = 2·8—2·9; ein Gemenge von $CaCO_3$ und $MgCO_3$, als Normal-Dolomit $CaCO_3 + MgCO_3$. In der Regel etwas Fe (Braunspath) und Mn enthaltend, daher das Braunwerden bei der Verwitterung. In Salzsäure nur pulverisirt und erwärmt, brausend. Ein häufig als Gebirgsgestein vorkommendes Mineral.

Magnesit (Bitterspath).

Rhomboëdrisch, isomorph mit Calcit und Dolomit; eingewachsene Grundrhomboëder, körnige und dichte Aggregate. Sehr vollkommen spaltbar nach R; farblos, schneeweiss, gelblich- und graulichweiss, der krystallisirte ockergelb (eisenhältig, Breunerit[2]) genannt) bis schwärzlichgrau. H = 4—4·5, D = 2·9—3·1; wesentlich $MgCO_3$ (Fe und Mn als vicarirende Bestandtheile, dem dichten Magnesit ist zuweilen SiO_2 beimengt); nur pulverisirt und erwärmt in Salzsäure mit Brausen löslich.

Findet sich nicht häufig; in grösseren Massen kommt er in Steiermark (bei Kathrein, Kraubat), Mähren (Hrubschitz), in Piemont, in Pr. Schlesien etc. vor. Der Magnesit dient mittelst Schwefelsäure zur Darstellung von CO_2 und Bittersalz; in Steiermark wird er zur Fabrikation von feuerfesten Ziegeln verwendet.

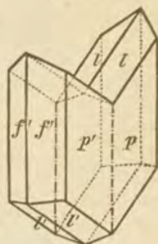
Soda, in der Natur als Efflorescenz des Erdbodens (Ungarn b. Debrezin), auf vulkanischen Gesteinen oder als Absatz aus den Natronseen (Unteregypten) vorkommend.

Sulfate:

Gyps.

Monoklinisch, häufig die Combination $\infty P . \infty P\infty . - P$ (Fig. 92), auch mit P (Fig. 93). Krystallflächen mitunter convex, wodurch linsenförmige Krystallformen entstehen können. Oft Zwillinge, Zusammensetzungsfläche das Orthopinakoid (Fig. 140), Krystalle eingewachsen, einzeln oder in Gruppen (Gypsrosen), und aufgewachsen in Drusen beisammen. Der Gyps kommt am häufigsten in körnigen bis dichten Aggregaten, seltener stänglig oder faserig vor. Nach dem Klinopinakoid sehr vollkommen

Fig. 140.



[1]) Dolomieu (1750—1802), zuletzt Prof. der Mineralogie am Museum d'histoire naturelle in Paris. [2]) Nach dem Grafen Breuner benannt.

spaltbar; weniger vollkommen nach P (die beiden Spaltungsflächen scheinbar eine einzige nach P∞ gehende faserige Fläche bildend) und nach dem Orthopinakoid ∞P∞; mild, in dünnen Blättchen biegsam; farblos, weiss, häufig gefärbt; Perlmutterglanz auf den vollkommensten Spaltungsflächen, Seidenglanz beim Fasergyps; durchsichtig bis undurchsichtig. H = 1·5—2, D = 2·2—2·4; $CaSO_4 + 2H_2O$; in ca. 400 Thl. Wasser löslich.

Der durchsichtige krystallisirte Gyps heisst Fraueneis oder Marienglas; der körnig zusammengesetzte, durchscheinende, Alabaster; derselbe wird zu Sculpturarbeiten verwendet und besonders in Italien verarbeitet. Der derbe Gyps (Gypsstein) ist ein verbreitetes Gebirgsgestein, welches als steter Begleiter des Steinsalzes auftritt. Der Gyps verliert durch gelindes Erhitzen (Brennen) sein Wasser; der gebrannte Gyps mit Wasser angemacht verbindet sich wieder mit 2 Molekülen desselben, wobei die Masse sich etwas ausdehnt und schnell erhärtet. Gebrannter Gyps dient daher zu Abgüssen, zu Kitten, zur Herstellung von Stukkaturen, Estrichen, künstlichen Steinen etc. Gebrannter sowie ungebrannter Gyps gemahlen, werden als Dünger verwendet.

Anhydrit[1] (Karstenit,[2] Muriazit).[3]

Rhombisch, Krystalle selten; häufig würfelförmige Spaltungsgestalten, da der Anhydrit nach den drei Pinakoiden deutlich spaltbar ist; meist in grobkörnigen bis dichten Aggregaten; farblos, weiss, oft ins Blaue und Rothe übergehend, durchsichtig bis undurchsichtig, H = 3—3·5, D = 2·8—3; $CaSO_4$; durch Aufnahme von Wasser verwandelt sich der Anhydrit zuweilen in Gyps. Der Anhydrit kommt gewöhnlich mit Gyps und Steinsalz zusammen von. Gekrösstein, von Bochnia und Wielitzka, ist eine dichte, in gekrösartig gewundenen Lagen ausgebildete Varietät; Vulpinit ist eine graue körnige, zu Vulpino (b. Bergamo) vorkommende Varietät, welche, wie schön gefärbte derbe Anhydrite überhaupt, zu Sculpturarbeiten verwendet wird. Gemeiner Anhydrit wird, wie der Gyps, als Dünger verwendet.

Baryt[4] (Schwerspath).

Rhombisch, Krystallcombinationen mannigfaltig, entweder tafelartig durch Vorwalten von ∞P̄∞ (Fig. 80 und 81) oder säulenförmig, gewöhnlich durch Vorwalten des Prisma ∞P̆2. Krystalldrusen in verschiedenen Formen und stänglige, schiefrige faserige, körnige bis dichte Aggregate. Zuweilen auch erdig (Baryterde). Spaltbar nach dem Brachypinakoid (∞P̆∞) vollkommen, nach dem Makrodoma P̄∞ etwas weniger; farblos und gefärbt, selten dunkel; durchsichtig bis durchscheinend; H = 3—3·5,

[1] gr. *anhydor*, Wasserlosigkeit. [2] Nach Karsten. [3] von *acidum muriaticum*, Salzsäure, welche man anfangs in diesem Mineral vermuthete. [4] gr. *barys*, schwer.

$D = 4\cdot3$—$4\cdot7$; $BaSO_4$. Vor dem Löthrohr zerknistert er heftig, schmilzt sehr schwer und färbt dabei die Flamme gelblichgrün. Manche Varietäten (Bologneserspath), wenn dem Lichte oder dem Feuer ausgesetzt, leuchten hierauf im Dunklen. Der Baryt ist ein auf Gängen ziemlich häufig vorkommendes Mineral. Der weisse Baryt wird, gemahlen, zum Vermengen mit der Bleiweissfarbe verwendet.

Cölestin.[1])

Rhombisch, isomorph mit Baryt. Die Krystalle meist säulenförmig in der Richtung der Brachydiagonale (Fig. 82), gewöhnlich in Krystalldrusen; stänglige, schalige, faserige und dichte Aggregate. Spaltbarkeit in derselben Art wie beim Baryt vorhanden; farblos bis blau; durchsichtig bis kantendurchscheinend; $H = 3$—$3\cdot5$, $D = 4$; $SrSO_4$ (Sr theilweise durch Ba vertreten); vor dem Löthrohr zerknistert er, schmilzt ziemlich leicht und färbt die Flamme roth (besonders wenn die in der Reductionsflamme geglühte Probe mit Salzsäure befeuchtet worden ist).

Kommt vor auf Sicilien (mit Schwefel), in Ungarn (Herrengrund) etc. und ist kein häufig vorkommendes Mineral. Er wird zur Darstellung von Strontiumpräparaten verwendet.

Alaun, tesseral, als Oktaëder; in der Natur selten Krystalle, meist nur haarförmige, faserige, dichte Varietäten; farblos, weiss, gefärbt; in verschiedenem Grade durchsichtig; süsslich zusammenziehenden Geschmack. $H = 2$—3, $D = 1\cdot6$—2; $K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3 + 24\,H_2O$, K_2 durch Na_2, $2NH_4$, Mg, Mn, Fe oder mehreren zugleich vertreten. Am häufigsten ist der Kaliumalaun.

Der Alaun kommt als Ausblühung (Efflorescenz) schwefelkieshältiger Gesteine (Kohlen, Alaunschiefer, s. S. 58), sowie auch in vulkanischen Gegenden vor.

Alunit[2]) (Alaunstein).

Rhomboëdrisch, in kleinen Krystallen meistens nur derb, oft mit Quarz innig vermengt, wodurch die Härte zunimmt; farblos, weiss, gelblich, röthlich, $H = 3\cdot5$—6, $D = 2\cdot6$—$2\cdot8$; K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $2H_6Al_2O_6$; aus dem geglühten Mineral kann man mit Wasser Alaun ausziehen. Findet sich besonders im Kirchenstaat (Tolfa) und in Ungarn, wo der Alaunstein südlich von Munkacs in einem aus der Theissebene hervortretenden Hügelzug mehrere Stunden weit sich hinzieht.

Der Alaunstein liefert ein vorzügliches Material zur Bereitung des Alauns, der ungarische wird überdies als guter Mühlstein verwendet.

Keramohalit[3]), krusten-, trümmerartige oder anders gestaltete faserige oder schuppige Aggregate; weiss, gelblich, grünlich; seideglänzend; wesentlich ein wasserhältiges Aluminiumsulfat; im Wasser leicht löslich. Kommt vor in Braunkohlen, Steinkohlen, sowie auch in vulkanischen Gegenden.

---

[1]) lat. *coelestis*, himmelblau. [2]) lat. *alumen*, Alaun. [3]) gr. *keramis*, Thon. *hals*, Salz.

Phosphate:

Apatit.[1])

Hexagonal, sehr häufig, ∞P, P und oP (Comb. Fig. 122). Die Krystalle meist kurz säulenförmig, eingewachsen (mitunter körnerartige) oder aufgewachsen; körnige, dichte und erdige Abarten (Phosphorit); farblos, spargelgrün (Spargelstein), blaulichgrün (Moroxit)[2]); Glasglanz auf den Krystallflächen, Fettglanz auf den Bruchflächen; durchsichtig bis kantendurchscheinend; manche Varietäten leuchten mit farbigem Lichte, wenn sie erhitzt werden (Phosphorescenz); $H = 5$, $D = 3{\cdot}2$; $3Ca_3(PO_4)_2$, $CaCl_2$, Cl zuweilen durch Fl vertreten.

Apatit findet sich auf den Zinnerzstätten im sächsisch-böhmischen Erzgebirge und in Corwall, ferner am St. Gotthard, in Norwegen, in Nordamerika (sehr reichlich und in bis fussgrossen Krystallen); der Phosphorit kommt vor in Spanien, Nassau, Baiern (bei Amberg, erdig) u. s. w. Der Apatit dient zur Darstellung von Dünger.

Osteolith,[3]) ein weisses, feinerdiges bis dichtes Zersetzungsproduct (unreines Calciumphosphat), welches sich in vulkanischen Gesteinen (z. B. bei Hanau, Schönwalde in Böhmen) findet.

Türkis[4]) (Kalait).[5])

Unkrystallinisch, amorph; in Trümmern und Adern; eingesprengt und in kleinen Geröllen; himmelblau bis spanngrün; schwach wachsglänzend, undurchsichtig; $H = 6$, $D = 2{\cdot}6 — 2{\cdot}8$; wesentlich ein wasserhältiges Aluminiumphosphat mit etwas Eisen und Kupfer.

Der geschätzte orientalische Türkis findet sich bei Mesched (Persien) im Kieselschiefer.

Viel von dem, was im Handel als Türkis vorkommt, ist gefärbtes fossiles Elfenbein.

Borate:

Boracit.

Tesseral und zwar tetraëdrisch-semitesseral, gewöhnliche Combinationen s. Fig. 40 u. 41; Krystalle vollständig ausgebildet, eingewachsen, klein; farblos, rein weiss oder etwas ins Gelbliche oder Grauliche gehend; $H = 7$, $D = 3$; $2Mg_3B_8O_{15}$, $MgCl_2$.

Krystalle eingewachsen im Gyps und Anhydrit bei Lüneburg (am Kalkberg und am Schildstein) und in Holstein (am Segeberg). Bei Stassfurt (pr. Provinz Sachsen) kommt dichter, weisser Boracit (Stassfurtit) vor.

---

[1]) gr. *apatán*, trügen, weil dieses Mineral die Mineralogen lange täuschte. [2]) gr. *móroxos*, blaulicher Thon. [3]) gr. *osteon*, Knochen. [4]) Wahrscheinlich so benannt, weil er aus Persien durch die Türken zu uns kam. [5]) Soll der Callais des Plinius sein.

Borax (Tinkal)[1], monoklinisch; $H = 2—2·5$, $D = 1·7—1·8$; $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$. In losen Krystallen und krystallinischen Körnern; meist durch eine seifenartige Substanz verunreinigt an den Ufern mehrerer Seen in Tibet vorkommend.

Nitrate:

Natriumsalpeter (Chilisalpeter), rhomboëdrisch; $NaNO_3$; verunreinigt, in krystallinisch-körnigen Massen in bedeutender Menge in Süd-Peru vorkommend.

Chloride und Fluoride (Haloïdsalze):

Steinsalz (Kochsalz).

Tesseral, fast immer nur als Hexaëder vorkommend; meist in körnigen bis dichten Aggregaten, mitunter faserig und eingesprengt. Spaltbar nach dem Hexaëder sehr vollkommen; farblos, grau, roth, gelblich, selten blau und grün gefärbt; Glasglanz; durchsichtig bis kantendurchscheinend, diatherman[2]) im hohen Grade; Geschmack rein salzig; $H = 2$, $D = 2·1 — 2·2$; $NaCl$, oft etwas Chlormagnesium und Chlorcalcium enthaltend, wodurch das Salz die Eigenschaft erhält, Feuchtigkeit anzuziehen. 100 Theile kaltes oder warmes Wasser lösen 37 Theile Steinsalz, die gesättigte Lösung enthält somit 27 Proc. Salz (ist 27grädig).

Das Steinsalz ist ein sehr verbreitetes und wichtiges Mineral. Es findet sich von Gyps, Anhydrit und salzhältigem Thon (Salzthon) begleitet in mächtigen Stöcken und Lagern in den Alpen (Salzkammergut, Hall in Tirol, Bex in der Schweiz), in den Karpathen (Wielitzka, Bochnia, Kalusz in Galizien, Szlatina und Rónaszek in Ungarn, Thorda, Maros-Ujvar in Siebenbürgen), in Preussen (Stassfurt), Württemberg, Baden, Lothringen, Spanien (Cordona, daselbst ein kahler Salzberg von 500 Fuss Höhe und 1 Stunde im Umfang), England, Liverpool, Südamerika, Asien etc.

Das Steinsalz kommt als Efflorescenz z. B. in den Salzsteppen am Kaspisee, als Sublimat bei Vulkanen, aufgelöst in Wasser, in Quellen (Soolquellen), Seen (Eltonsee, grosser Salzsee in Nordamerika, Todtes Meer) und im Meere vor, welches im Durchschnitte 2·5 Proc. davon enthält.

Sudsalz heisst das Kochsalz, welches durch Eindampfen einer Kochsalzlösung oder Salzsoole gewonnen wird. Künstliche, durch Wasserzuführung bereitete Soolen werden, um daraus Salz zu gewinnen, dort angelegt, wo das Salz seiner geringen Reinheit halber sich nicht zum Abbaue eignet (z. B. im Salzkammergut).

Schwache Soolen werden vor dem Eindampfen gradirt (verstärkt in ihrem Salzgehalt). Die gewöhnliche Methode besteht darin, der Soole eine möglichst grosse Oberfläche zu bieten, um die Verdunstung des Wassers zu bewerkstelligen.

Das Salz hat als unentbehrliche Zuthat bei unseren Speisen, als Viehsalz, als Industrialsalz zur Darstellung von Soda, Chlor, Salmiak etc. eine ausserordentliche Bedeutung.

---

[1]) Orientalische Bezeichnung. [2]) Wärme durchlassend, daher auch aus reinem Steinsalz Linsen geschliffen werden, um schwache Wärmestrahlen zu sammeln.

Sylvin [1], wesentlich KCl; in seinen physikalischen Eigenschaften dem Steinsalz ähnlich. Findet sich in manchen Steinsalzlagern, z. B. in Stassfurt, Kalusz und als vulkanisches Sublimat (Vesuv).

Fluss (Flussspath).

Tesseral; häufiger vorkommende Combinationen in Fig. 28, 30, 31 und 32 (S. 11). Die Krystalle mitunter gross und deutlich. Krystalle einzeln aufgewachsen oder zu mannigfaltigen Gruppen und Drusen verwachsen; Zwillinge; auch körnige bis dichte und erdige Varietäten. Spaltbarkeit oktaëdrisch sehr vollkommen; farblos, bisweilen wasserhell, gewöhnlich in verschiedenen, mitunter sehr reinen Farben; Glasglanz; manche Varietäten (Chlorophan) phosphoresciren beim Erhitzen, andere zeigen Fluorescenz (s. S. 39). $H = 4$, $D = 3·1 — 3·2$; $CaFl_2$; vor dem Löthrohr zerknistert er oft stark.

Ein auf Gängen ziemlich häufig vorkommendes Mineral. Die schöneren Abänderungen desselben werden zu Galanterie- und Ornamentgegenständen verwendet; sonst dient er zur Darstellung der Flusssäure, als Flussmittel bei metallurgischen Processen etc.

Kryolith. [2]

Triklinisch; Krystalle sehr klein uud selten; gewöhnlich in grossen, unregelmässig gestalteten Individuen, in grosskörnigen bis dickschaligen Aggregaten. Spaltbar nach oP, ∞'P und ∞P', welche drei Richtungen nahezu senkrecht auf einander stehen; graulich oder gelblich weiss; auf oP perlmutterähnlichen Glanz; durchscheinend; $H = 2·5—3$, $D = 3$; $Na_6(Al_2)Fl_{12}$, vor dem Löthrohr sehr leicht schmelzbar.

Findet sich in Süd-Grönland sowie bei Miask am Ural und wird zur Darstellung von Soda, Aluminiumsulfat sowie zur Fabrikation von Aluminium verwendet.

Salmiak [3], tesseral, meistens in Krusten, Stalaktiten oder als erdiger Beschlag; farblos, gelb und braun; mild und zähe; $H = 1·5—2$, $D = 1·5—1·6$; $(NH_4)Cl$; Geschmack stechend salzig.

Auf Klüften vulkanischer Krater und mancher Lavaströme, auch im Steinkohlengebirge.

Oxyde der Ametalle.

Sassolin (Borsäure), in feinen schuppigen oder fasigen Individuen, lose oder zu krustenartigen, stalaktitischen Aggregaten verbunden; farblos, gelblich weiss; Perlmutterglanz, fettig anzufühlen; schmeckt schwach säuerlich und bitterlich. H_3BO_3. Als Sublimat mancher Vulkane und als Absatz aus heissen Quellen z. B. in Toskana (Sasso etc.).

V. Klasse: Phytogenide. [4]

Mancherlei Kohlenstoffverbindungen, auf organischem Wege entstanden; mehr oder weniger zersetzte und mineralisirte Pflanzensubstanz.

---

[1] Nach F. Sylvius. [2] gr. *kryos*, Eis. [3] lat. *sal ammoniacum*. [4] gr. *phytogén*, Pflanzenstoff.

In diese Classe gehören die Kohlen (Anthracit, Schwarzkohle, Braunkohle und Torf), Kohlenwasserstoff-Verbindungen (Petroleum, Asphalt, Ozokerit etc) und Bernstein.

Nur der letztere findet hier Erwähnung. Die Kohlen und die bituminösen Substanzen werden im petrographischen Theil der Geologie (S. 141 ff.) erörtert.

Bernstein.[1])

In rundlichen Stücken und Körnern (ganz wie Baumharz aussehend) zuweilen Insecten und andere kleine Thiere, sowie auch Pflanzentheile einschliessend; muschliger Bruch; wenig spröde; gelblich weiss, gelb bis braunroth, zuweilen geflammt, gestreift; durchsichtig bis undurchsichtig; Fettglanz; gerieben, negativ elektrisch; H = 2—2·5, D = 1—1·1; enthält C, H und O; brennt mit heller Farbe und mit angenehmem Geruche.

Der Bernstein, ein von vorweltlichen Nadelhölzern abstammendes fossiles Baumharz, findet sich in der tertiären Braunkohlen- und in der Diluvialformation, besonders im nordöstlichen Deutschland, in Galizien (b. Lemberg), auf Sicilien etc. Die Hauptfundstätte ist die preussische Ostseeküste, wo er sowohl gegraben, als auch aus dem Meere gefischt wird.

Der Bernstein dient zu Schmuckgegenständen, zu Mundstücken von Pfeifen- und Cigarrenröhren, als Räucherpulver, zur Darstellung chemischer Präparate etc.

---

[1]) altdeutsch *börnen, brennen.*

II. Theil.

Geologie.

Einleitung.

Geologie[1]) heisst wörtlich die Wissenschaft von der Erde; jedoch ist darunter nicht eine allgemeine Erdkunde zu verstehen. Eine allgemeine Erdkunde hätte nicht blos die Erde als Planeten oder als kosmisches Individuum, sondern auch alle Theile des Erdganzen: die Atmosphäre, das Wasser, das feste Land, die Pflanzen, die Thiere und den Menschen zu behandeln. Der Begriff der Geologie ist daher dahin zu beschränken, dass man unter Geologie die Wissenschaft von der Zusammensetzung und der Bildung der Erde versteht..

Geographie (wörtlich Erdbeschreibung) ist die Wissenschaft von der Erde in ihrem gegenwärtigen Zustand, während sich die Geologie vorzugsweise mit der Bildung und allmäligen Entwicklung der Erde in vorgeschichtlicher Zeit zu befassen hat. Da wir jedoch die Bildungsgeschichte der Erde nur aus ihrem gegenwärtigen Zustande erschliessen können, so stehen beide Wissenschaften im engsten Zusammenhange und bilden nebst der astronomischen Geographie zusammen den Inhalt der Allgemeinen Erdkunde. Für diese ergibt sich somit folgende Eintheilung:

---

[1]) gr. *géa*, Erde, *logos*, Wissenschaft.

I. Astronomische Geographie.
II. Geographie.
A. Geographie des Unorganischen (Physikalische Geographie).
a. Die Lehre von der Atmosphäre (Meteorologie und Klimatologie).
b. Die Lehre vom Wasser (Hydrographie).
c. Die Lehre vom festen Lande (Physiographie und Orographie).
B. Geographie des Organischen (Biologische Geographie).
a. Pflanzengeographie.
b. Thiergeographie.
c. Historische Geographie.
III. Geologie.

Zum Verständnis der Geologie sind die Hauptlehren der astronomischen und physikalischen Geographie unumgänglich nothwendig. Die Zusammenfassung dieser Lehren für die Zwecke der Geologie bildet den ersten Theil der Geologie: die allgemeine Geologie. Ihr folgt als zweiter Theil: die specielle Geologie oder die Lehre von der Gesteins-Zusammensetzung, dem inneren Bau und der Bildung der festen Erdkruste.

Derjenige Theil der geologischen Wissenschaft, welcher hier als specielle Geologie bezeichnet ist, wird von Manchen auch Geognosie [1]) genannt, was wörtlich die Kenntnis von der Erde bedeutet.

Die Geologie ist eine der jüngsten Naturwissenschaften. Der Vater der deutschen Geologie ist Abraham Gottlieb Werner [2]), der an der Bergakademie zu Freiberg in Sachsen lehrte und auch als der Schöpfer der wissenschaftlichen Mineralogie zu betrachten ist. Seine berühmtesten Schüler waren Alexander von Humboldt [3]) und Leopold von Buch. [4])

---

[1]) gr. *gnosis*, Kenntnis. [2]) A. G. Werner, geb. 25. Sept. 1750 zu Wehrau in der Lausitz, gest. 30. Juni 1817 zu Dresden. [3]) A. v. Humboldt, geb. 14. Sept. 1769 zu Berlin, gest. 6. Mai 1859 zu Berlin. [4]) L. v. Buch, geb. 26. April 1774 zu Stolpe in der Uckermark, gest. 4. März 1853 zu Berlin.

I. Abtheilung.

Allgemeine Geologie.

A. Die Erde als Planet.

Ueber die ersten und uranfänglichen Zustände der Erde belehrt uns die Astronomie; denn die Bildung und Entwicklung unseres Sonnensystems, welchem die Erde als einer der Planeten angehört, schliesst auch die Bildungsgeschichte der Erde in sich. Sowie der Centralkörper unseres Planetensystems, die Sonne, und mit ihr wahrscheinlich alle selbstleuchtenden Himmelskörper sich heute noch in einem glühenden Zustande befinden, der ihre Stoffmasse theils im gasförmigen, theils im flüssigen Aggregatzustand erhält, so war auch die Erde einst in glühendem, theils dampfförmigem, theils flüssigem Zustand. Dafür liefert die Erde selbst, in ihrer Gestalt und in anderen Eigenschaften, den unumstösslichen Beweis. Denn nur durch einen anfänglich flüssigen Zustand des Erdkörpers ist die Möglichkeit bedingt, dass derselbe Kugelgestalt annahm und in Folge der Rotation sich an den Polen abplattete; dass aber dieser flüssige Zustand ein gluthflüssiger war, dafür spricht der noch im Erdinnern verschlossene unversiegbare Wärmequell, wie er sich in den Ausbrüchen schmelzflüssiger Gesteinsmassen als Lava aus den Kratern der Vulkane, ferner in den heissen Quellen und endlich in der durch die Beobachtungen in Bergwerken und artesischen Brunnen festgesetzten Thatsache zu erkennen gibt, dass die Temperatur des Erdinnern in demselben Verhältnisse zunimmt, als wir von der Oberfläche in die Tiefe dringen.

Wie jeder wärmere Körper in kälterer Umgebung, so musste auch die Erde sich allmälig abkühlen. In Folge der Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum, dessen Temperatur nach der Annahme der Physiker und Astronomen —50 bis —100° C. beträgt, musste ein Zeitpunkt eintreten, wo das Flüssige zu erstarren, das Dampfförmige sich in Flüssigkeit umzuwandeln begann. Es musste sich allmälig eine aus Mineralsubstanzen

bestehende Kruste bilden, deren Dicke im Laufe der Zeiträume auf Kosten des feurigflüssigen Innern zunahm; und in demselben Maasse, als diese Kruste sich bildete und oberflächlich mehr und mehr abkühlte, mussten auch jene Stoffe, welche in der ursprünglichen Atmosphäre in Dampfform enthalten waren, vor allem das Wasser, sich verdichten. Mit der Abkühlung hielt daher die Verdichtung des Wasserdampfes der Atmosphäre zu Wasser gleichen Schritt; das Meer der Erde entstand, das Festland schied sich vom Ocean, und es bildeten sich diejenigen Glieder des Erdganzen aus, aus welchen unser Planet heute zusammengesetzt erscheint.

Ueber die Entwicklung des Sonnensystems lassen sich ganz bestimmte Ansichten aufstellen, welche, insoferne sie in Uebereinstimmung mit allen Beobachtungen sind, als eine wissenschaftlich begründete Theorie bezeichnet werden dürfen.

Die übereinstimmende Umlaufs- und Umdrehungs-Richtung aller Körper unseres Sonnensystems, mit anderen Worten: die Thatsache, dass alle Planeten und ebenso die Trabanten derselben sich in gleicher Richtung um die Sonne bewegen, dass in derselben Richtung, nämlich von West über Süd nach Ost, auch alle bekannten Axendrehungen, selbst die der Sonne, vor sich gehen, und die weitere Thatsache der geringen Neigung und Excentricität aller Planetenbahnen, indem dieselben mit dem Aequator der Sonne nahezu in derselben Ebene liegen, d. h. alle auf den engen Raum des Thierkreises zusammengedrängt sind und nahezu dieselbe Form haben, — diese Thatsachen haben den Königsberger Philosophen Kant (Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Königsberg 1755) und später den französischen Astronomen Laplace (*Exposition du système du monde, Paris 1796*) zu einer Theorie über die einheitliche Entstehung des Sonnensystems geführt, welche die Kant-Laplace'sche Theorie genannt wird.

Nach der **Kant-Laplace'schen Theorie** von der Bildung des Sonnensystems war der gesammte Stoff, welcher jetzt in unserem Sonnensystem, in dessen einzelnen Körpern, der Sonne, den Planeten und ihren Trabanten enthalten ist, ursprünglich in einem Raum, der jedenfalls weit über die Grenzen des jetzigen Sonnensystems, also weit über die Bahn des äussersten Planeten (des Neptun) hinausreichte, nahezu gleichförmig im Zustande höchster, gasförmiger Verdünnung vertheilt. Dieser glühende Dunst- oder Gasball drehte sich um seine Axe in derselben Richtung, in welcher sich jetzt die Planeten um die Sonne bewegen, zog sich in Folge der gegenseitigen Anziehung aller einzelnen Theilchen zusammen und wurde kleiner. In Folge dessen kamen alle Theile näher an die Drehungsaxe, sie brachten grössere Geschwindigkeiten mit, als vorher an der von ihnen jetzt eingenommenen Stelle stattgefunden hatten, so dass also in Folge der Zusammenziehung die Umdrehungsgeschwindigkeit der Dunstmasse zunehmen musste. Die Folge dieser Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit war Abplattung an den Polen und Vermehrung der Fliehkraft am Aequator. Sobald letztere eine gewisse Grenze überschritten hatte, mussten sich von der Dunstmasse in der

Aequatorialzone ringförmige Theile ablösen, die sich dann zu selbstständigen Himmelskörpern, zu Planeten zusammenballten. Dieser Vorgang wiederholte sich von Zeit zu Zeit und unsere Erde entstand als eine dieser Ablösungen und hat sich allmälig aus dem ursprünglich glühenden, gasförmigen und flüssigen Zustand durch Wärme-Ausstrahlung in den kalten Weltraum so weit verdichtet, dass sie an ihrer Oberfläche fest geworden ist.

Durch Wiederholung desselben Processes bei den Planeten entstanden deren Begleiter, die Monde, und die im Mittelpuncte des ganzen Systems zurückgebliebene Centralmasse ist die Sonne.

Nach Zöllner[1]) kann man in der Entwicklungsgeschichte unserer Erde (so wie in der Geschichte aller Himmelskörper fünf Phasen unterscheiden: Erste Phase, die des glühend-gasförmigen Zustandes, heutzutage noch repräsentirt durch die planetarischen Nebel. — Zweite Phase, die des glühend-flüssigen Zustandes, repräsentirt durch die Fixsterne mit constanter Helligkeit. — Dritte Phase, die der Schlackenbildung oder der allmäligen Entstehung einer festen, oberflächlichen Kruste. Diese Phase wird repräsentirt durch die Fixsterne mit veränderlichem Lichtglanze und mit rother, ihrem Rothgluthzustande entsprechender Farbe. In diesem Stadium soll sich nach Zöllner die Sonne befinden. — Vierte Phase, die der gewaltsamen Zerbrechung und Zerberstung der bereits erkalteten Oberfläche durch innere Gluthmassen und dadurch bedingte Eruption der letzteren. Solche grosse Eruptionen offenbaren sich bei Fixsternen durch das plötzliche Aufleuchten derselben. — Fünfte Phase, die der fortschreitenden Verdickung der Erstarrungskruste, auf welcher sich nun die Wasserdünste condensiren und die feste Rinde von aussen her durch ihre Wirkungen theilweise verändern. — Als sechste und letzte Phase würde sich hieran die Phase der völligen Erkaltung und Erstarrung des Himmelskörpers anschliessen.

Unsere Erde hat die vier ersten Stadien der Entwicklung durchlaufen und ist in die fünfte Phase eingetreten, während der Mond bereits im sechsten Stadium sich befindet.

Gestalt, Grösse und Dichte der Erde. Die Erde ist ein Rotationsellipsoid, dessen Aequatorialdurchmesser 1719 geogr. Meilen beträgt, während die Erdaxe um $^{1}/_{299}$ (circa 6 geogr. Meilen) kürzer ist und nur 1713 geogr. Meilen misst. Die Gestalt der Erde ist also die einer an den Polen abgeplatteten Kugel.

Aus obigen Zahlen ergibt sich die Oberfläche der Erde = 9,261.238 Quadratmeilen und ihr körperlicher Inhalt = 2.650,184.445 Kubikmeilen.

Die mittlere Dichte des ganzen Erdkörpers ist 5·5mal so gross als die Dichte des Wassers. Das Gewicht der Erde berechnet sich auf 5,955.600 Trillionen Kilogramm.

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beträgt 23.300 Erdradien oder 20 Millionen Meilen. Die grösste Entfernung im Aphel (Sonnenferne) ist = 20·3 Mill. Meilen, die kleinste Entfernung im Perihel (Sonnennähe) = 19.7 Mill. Meilen. Das Licht durchläuft die mittlere Entfernung in 8 Min. 17·8 Sec., der Schall würde jedoch denselben Weg erst in 15 Jahren zurücklegen. — Einen vollständigen Umlauf um die Sonne vollendet die Erde in 365 Tagen,

[1]) Dr. J. C. F. Zöllner, gegenwärtig Professor der physikalischen Astronomie in Leipzig.

6 Stunden, 9 Minuten, 10·7 Secunden, so dass sie im Mittel stündlich einen Weg von 14.828 Meilen zurücklegt.

Der Trabant der Erde, der Mond, hat ebenfalls eine kugelförmige Gestalt, wie die Erde. Sein Durchmesser beträgt 469 geogr. Meilen (0·27296 des Erddurchmessers). Daraus ergibt sich seine Oberfläche zu 691.266 Quadratmeilen ($\frac{1}{13·4}$ der Erdoberfläche, weniger als die Oberfläche Asiens). Das Volumen der Erde übertrifft das des Mondes 49 Mal, die Masse der Erde aber übertrifft die Masse des Mondes 79·66 Mal. Demnach ist die Dichte des Mondes nur 0·563 von der durchschnittlichen Dichte der Erde, oder = 3·068 Mal so gross als die Dichte des Wassers.

Der Mond ist vom Mittelpuncte unserer Erde im Mittel 51.805 geogr. Meilen entfernt.

Die Sonne, der Centralkörper unseres Planetensystems, ist eine kugelförmige, rotirende Masse von einem Durchmesser von 112·05 Erddurchmessern oder nach Littrow von 193.030 geogr. Meilen.

B. Die einzelnen Glieder des Erdganzen. [1]

In Bezug auf ihre Bestandmassen und deren Anordnung im Grossen erscheint uns die Erde aus drei Hauptgliedern zusammengesetzt, welche die drei Aggregatzustände des Stoffes zeigen, und nach ihrer Dichte geordnet von aussen nach innen concentrisch gelagert erscheinen:

1. die Lufthülle oder die Atmosphäre [2],
2. die Wasserhülle oder die Hydrosphäre [3],
3. die feste Erdkruste oder die Lithosphäre [4].

Dazu kommt als viertes, der directen Beobachtung nicht zugängliches Glied des Erdganzen

4. das Erdinnere oder der Erdkern, die Pyrosphäre [5] oder Barysphäre [6], und das fünfte Glied stellen
5. die Bionten [7] oder die organischen Wesen der Erde (Biosphäre) dar, die sich zwischen Lithosphäre und Atmosphäre, entweder in der Hydrosphäre oder, wo diese fehlt, an der Grenze der Lithosphäre und Atmosphäre entwickeln.

Der auffallendste Unterschied in der physischen Constitution des Mondes gegenüber der Erde besteht in dem gänzlichen Fehlen von Luft und Wasser auf seiner Oberfläche, woraus mit Nothwendigkeit folgt, dass auch kein organisches Leben auf dem Monde besteht. Der Mond besitzt also weder eine Atmosphäre, noch eine Hydrosphäre, noch eine Biosphäre; er ist als eine wahrscheinlich durch und durch feste und durch und durch erkaltete Gesteinskugel aufzufassen.

Die Masse der Sonne ist durch und durch glühend; man hat die Innentemperatur der Sonne auf weit mehr als 1 Million Grade Cels. berechnet. Sowie an der Erde kann man auch an der Sonne mehrere concentrische Hüllen unterscheiden; es sind hauptsächlich folgende:

---

[1] Dieser Abschnitt der Geologie kann auch als physikalische Geologie bezeichnet werden (entsprechend der physikalischen Geographie). [2] gr. *sphaira*, Kugel; gr. *aither*, Luftkreis; [3] gr. *hydor*, Wasser; [4] gr. *lithos*, Stein; [5] gr. *pyr*, Feuer; [6] gr. *barys*, schwer; [7] gr. *bios*, Leben.

1. Die Sonnenatmosphäre, zu äusserst. Sie ist bei Sonnenfinsternissen als Lichtschein oder Corona erkennbar;
2. die Photosphäre, die Lichthülle der Sonne, deren weissglühende Gas-Massen das Sonnenlicht ausstrahlen;
3. der Sonnenkern, von welchem noch nicht festgestellt ist, ob er flüssig oder ob er gasförmig ist. Die frühere Ansicht, dass die Sonne im Inneren noch einen kalten, festen, von organischen Wesen bewohnbaren Kern haben könne, ist vollkommen unstatthaft.

Wir betrachten die fünf Hauptglieder des Erdganzen nach ihren wesentlichsten Eigenschaften, soweit dieselben für das Verständnis geologischer Vorgänge von Wichtigkeit sind.

1. Die **Atmosphäre** umgibt die ganze Erde als eine ununterbrochene Hülle. Sie nimmt Antheil an allen Bewegungen des Erdballs, sowohl an dem jährlichen Umlauf (Revolution) um die Sonne, als auch an der täglichen Umdrehung (Rotation), und ist in Folge der letzteren ein Rotationssphäroid wie der feste Erdball selbst, aber wahrscheinlich mit einer weit stärkeren Abplattung an den Polen.

Die Höhe der Atmosphäre wird gewöhnlich zu 50—60 Kilom. (7—8 Meilen) angenommen; es ist aber gewiss, dass sich die Lufthülle zumal am Aequator noch weit über diese Grenzen hinaus erstreckt; nur muss die Luft in solchen Entfernungen eine Verdünnung erreichen, von der wir uns kaum eine Vorstellung machen können.

Die Dichte der atmosphärischen Luft ist in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche verschieden, da die Luft elastisch, zusammendrückbar ist. Die unteren Luftschichten, die einem grösseren Druck ausgesetzt sind, als die höheren, sind daher dichter.

Im Niveau des Meeres, unter einem Druck, der einer Quecksilbersäule von 760mm (Normalbarometerstand) entspricht, wiegt 1 Liter Luft bei 0° C. 1·293 Gramm. Die Luft ist daher 770 Mal leichter als Wasser und 10.450 Mal leichter als Quecksilber. Für Wasser = 1 ist ihre Dichte bei 0° C. = 0·001293, für Wasserstoff = 1 ist aber die Dichte der atmosphär. Luft = 14·43.

Schon in der Höhe von einer deutschen Meile (d. i. 22.700 Pariser Fuss oder 7420m) ist die Dichte der Luft ungefähr 0·4 von derjenigen an der Erdoberfläche (der entsprechende Barometerstand wäre 294mm), und in der Höhe von 8 deutschen Meilen ist die Dichte der Luft nur mehr 0·0003 (Barometerstand = 0·25mm), eine Verdünnung, welche man durch gewöhnliche Luftpumpen nicht mehr erreichen kann.

Aus dem Gesammtdruck der Atmosphäre ergibt sich das Gewicht derselben mit Rücksicht auf die mittlere Höhe der Continente = 5.144.587 Billionen (5 1/8 Trillionen) Kilogramm.

Das Verhältnis der Masse der Luft zu der Masse der ganzen Erde (5,955.600 Trillionen Kilogr.) ist also wie 1 : 1,157.644 oder = 0·0000008637 : 1.

In Bezug auf ihre Zusammensetzung ist die Luft ein Gemenge (keine chemische Verbindung) von Stickstoff und Sauerstoff mit geringen Mengen von Kohlensäure und Wasser-

dunst. Sauerstoff und Stickstoff sind darin überall, auf allen Puncten der Erdoberfläche und ebenso in den höchsten erreichbaren Höhen, in genau demselben Verhältnisse vorhanden; der Gehalt der Luft an Kohlensäure und Wassergas ist hingegen ein vielfach wechselnder.

In 100 Raumtheilen trockener atmosphärischer Luft sind überall und unter allen Umständen nahezu 79 Raumtheile Stickstoff (ca. $^4/_5$) und 21 Raumtheile Sauerstoff (ca. $^1/_5$) enthalten, was dem Gewichte nach 76·8% Stickstoff und 23·2% Sauerstoff beträgt. Durch den Gehalt an Kohlensäure und Wasser (Wassergas) erleidet zwar nicht die relative Menge von Sauerstoff und Stickstoff, wohl aber ihre absolute Menge eine geringe Alteration und es sind im Mittel in 100 Volumtheilen atmosphärischer Luft enthalten:

Stickstoff	78·24
Sauerstoff	20·80
Wassergas	0·93
Kohlensäure	0·03
	100·00

Local und vorübergehend können sich in der Atmosphäre auch andere Gase ansammeln, so z. B. Ammoniak bei der Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Stoffe, Salpetersäure unter dem elektrischen Einfluss der Gewitter, Chlorwasserstoffsäure, schweflige Säure in der Nähe der Krater thätiger Vulkane u. s. w.

Der Staub findet sich fast überall, wenn auch in ungleicher Menge, und wenn er auch wegen der Kleinheit seiner Theilchen dem freien Auge nicht sichtbar ist. Man findet ihn selbst auf dem offenen Weltmeere und auf den entlegensten Gebirgshöhen und Gletschern.

Die Wärmeverhältnisse der Atmosphäre hängen fast ganz allein von der Wirkung der Sonnenstrahlen ab; der Erdkörper selbst übt auf die Temperatur der Luft keinen messbaren Einfluss. Die Luftschichten in den Aequatorialgegenden werden von der Sonne mehr erwärmt als die den Polen näher liegenden, und als Folge der dadurch hervorgerufenen Temperaturdifferenzen entstehen die Luftströmungen oder die Winde, die Wolken und die Niederschläge (Regen, Schnee, Hagel).

Die nähere Betrachtung aller dieser Erscheinungen gehört in das Gebiet der **Meteorologie,** (der Lehre von der Atmosphäre und den in derselben statthabenden Vorgängen) und der **Klimatologie** [1] (der Lehre von den klimatischen Verhältnissen der Erdoberfläche).

2. Die **Hydrosphäre.** Das Wasser ist bei der gegenwärtigen, in verticaler Richtung so bedeutende Höhenunterschiede aufweisenden Beschaffenheit der festen Erdoberfläche nicht im Stande, dieselbe in Form einer vollständigen Kugelschale zu überdecken.

Die bei weitem überwiegende Menge des Wassers hat sich in den Vertiefungen der Lithosphäre gesammelt und bildet auf derselben Süss- und Salzwasserbecken von verschiedener Tiefe und Ausdehnung, die Seen und die Meere. Ein anderer Theil fliesst in Quellen, Bächen, Flüssen und Strömen dem

[1] Mit dem Worte Klima bezeichnen wir das Zusammenspiel der atmosphärischen Erscheinungen an einem bestimmten Orte.

Meere zu, und wieder ein anderer Theil ist in Gasform als Wasserdampf oder Wassergas in der Atmosphäre enthalten, oder lagert als Schnee und Eis in festem Zustande auf den Hochgebirgen und an den Polen, und durchtränkt als Gebirgsfeuchtigkeit die Gesteinshülle der Erde.

Das Meer. Die Gesammtoberfläche der Erde (in runder Zahl) beträgt 9,260.000 Quadratmeilen; davon sind 2,460.000 Quadr.-M. Land und 6,800.000 Quadr.-M. Wasser. Das Verhältnis von Festland und Meer ist also wie 1 : 2·75, und wenn man die Oberfläche der Erde = 1 setzt, so deckt das Land 0·266 und das Meer 0·734 Theile dieser Oberfläche.

Das Volumen und die Masse des Meerwassers lässt sich nur annähernd bestimmen, da sowohl die Tiefen als auch die polaren Grenzen der verschiedenen Meere nicht genau genug bekannt sind.

Die mittlere Tiefe der Meere hat man nach früheren, wenig verlässlichen Lothungen vielfach überschätzt. Nach den neueren Tiefseeforschungen beträgt die mittlere Tiefe des Atlantischen Oceans nur wenig über 2000 Faden [1]. (12.000 Fuss oder 3800 Meter), eine Tiefe, welche der mittleren Höhe der höchsten Tafelländer von Asien entspricht. Im Indischen Ocean sind gleichfalls nur Tiefen von 2400 bis 3700 Meter gefunden worden. Im nördlichen Pacifischen Ocean hat sich die aus mehreren Reihen von Sondirungen resultirende mittlere Tiefe zu 2400 Faden (ca. 4800 Meter) ergeben. Die grösste Tiefe erreichte man etwa 100 Seemeilen östl. von der Japanischen Küste, wo man bei 4643 Faden (8570 Met.) noch keinen Grund fand. Im südlichen Theile des Pacifischen Oceans hat man mittlere Tiefen von 2000 Faden gefunden.

Rechnen wir demnach die durchschnittliche Tiefe der Meere zu 2000 Faden (= $^1/_2$ geogr. Meile) und ihre Oberfläche zu 6,800.000 Quadratmeilen, so ergibt sich ein Volumen von 3,400.000 Kubikmeilen, d. h. das Volum der Hydrosphäre verhält sich zum Volum der ganzen Erde wie 1 : 780 und die Masse derselben zu jener der Erde wie 1 : 4300.

Das Meerwasser ist nicht reines Wasser (H_2O); es enthält vielmehr eine ziemlich grosse Menge von Salzen und Gasen aufgelöst und ist daher salzig-bitter, für den Menschen vollkommen ungeniessbar. Die Menge der gelösten, festen Stoffe im Wasser der offenen Meere beträgt im Durchschnitte 3·43 Percent.

Die wichtigsten dieser Stoffe und ihre Gewichtsmengen in 100 Theilen Meerwasser sind (nach Regnault):

$NaCl$, Chlornatrium, (Kochsalz)	2·700
$MgCl_2$ Chlormagnesium	0·360
$MgSO_4$, Magnesiumsulfat (Bittersalz)	0·230
$CaSO_4$, Calciumsulfat (als Gyps gelöst)	0·140
$CaCO_3$, Calciumcarbonat	0·003
KCl, Chlorkalium	0·070
$MgBr_2$, Brommagnesium	0·002

Ausserdem sind in Spuren noch gegen 20 andere Elemente (darunter J, Ag, etc.) im Meerwasser nachgewiesen.

Der Salzgehalt von circa 3·43 Percent ist in den offenen Meeren fast constant, jedoch in Binnenmeeren und in solchen

[1] 1 Faden = 6 engl. Fuss. = 1·8288 Meter.

Meerestheilen, welche mit dem Weltmeere nur durch schmale Meerengen zusammenhängen, schwankt er nach zwei entgegengesetzten Richtungen, und ist theils höher, theils niedriger.

Das Rothe Meer und das Mittelmeer zeigen einen höheren Salzgehalt; beide sind von warmen Landmassen umschlossen und einer starken Verdunstung ausgesetzt, die durch den Süsswasserzufluss nicht gedeckt wird; sie erhalten ihr Niveau durch zuströmendes Salzwasser und werden daher immer salziger. So beträgt der Salzgehalt des Mittelmeeres 3·7—3·8%, und der Salzgehalt des Rothen Meeres ist noch grösser.

Das umgekehrte Verhältnis tritt ein bei der Ostsee, beim Schwarzen Meere und beim Kaspischen Meere. Das durch die vielen und bedeutenden Flüsse diesen Meeren zugeführte Süsswasser überwiegt die Menge des verdunstenden Wassers, und die Folge davon ist eine mehr oder minder weit gehende Aussüssung der betreffenden Seebecken. Im Schwarzen Meere sinkt der Salzgehalt auf 1·77%, im Kaspischen Meere im Mittel auf 0·623%, in der Ostsee bei Kopenhagen auf 1·08% und im Hafen von Kronstadt sogar auf 0·06%.

Das halbsalzige Wasser, wie es in den genannten Meeren oder an den Mündungen grosser Flüsse vorkommt, nennt man Brackwasser.

Jedoch nicht das Meer allein enthält Salzwasser; auch Seen, welche nur Zuflüsse und keinen Abfluss haben, sind salzig. Zu solchen Salzseen gehört das Todte Meer in Palästina, dessen Wasser eine Dichte von 1·23 hat und 25·5 Perc. fester Bestandtheile enthält (darunter 7·1 Perc. Kochsalz), so dass Thiere nicht darin leben können. Hierher gehören ferner die Salzseen der Kirgisen-Steppe in Russland, deren bekanntester der Eltonsee am linken Ufer der Wolga ist, ferner der Grosse Salzsee im Gebiete der Mormonen in Nordamerika u. s. w.

Die Gase, welche im Meerwasser (und ebenso auch im Süsswasser) gelöst sind, sind hauptsächlich: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure. Von dem Vorhandensein dieser Gase hängt die Möglichkeit des organischen Lebens im Wasser ab.

Der in Wasser gelöste Sauerstoff ist für die durch Kiemen athmenden Thiere unentbehrlich. Sauerstoff und Stickstoff werden vom Wasser aus der Luft aufgenommen. Das Wasser absorbirt aber die Luft nicht als solche, sondern es löst den Sauerstoff in verhältnissmässig grösserer Menge. Im Wasser sind Sauerstoff und Stickstoff im Verhältnis von 34 : 66 (1 : 1·9) enthalten, während sich ihre Mengen in der Luft bekanntlich verhalten wie 21 : 79 (1 : 3·7).

Die Wasserpflanzen bedürfen zu ihrer Assimilation wieder der im Wasser gelösten Kohlensäure, ebenso wie die Landpflanzen die in der Luft enthaltene Kohlensäure benöthigen. — Ausserdem spielt aber die Kohlensäure eine wichtige geologische Rolle als Lösungsmittel von Carbonaten.

Die Dichte des Meerwassers ist in Folge des grossen Salzgehaltes von durchschnittlich 3·43 Perc. grösser, als die Dichte des reinen Wassers, nämlich = 1·0288 bei einer Temperatur von 0° (= 1·0264 bei 14° R.).

Mit dem Salzgehalt ändert sich auch die Dichte des Meerwassers. So hat z. B. das Mittelmeer-Wasser bei einem Salzgehalt von 3·7—3·8% eine Dichte von 1·029 bei 14° R.

In Bezug auf die Temperatur der grössten Dichte

und den Gefrierpunct verhalten sich Süsswasser und Salzwasser sehr verschieden.

Das Süsswasser hat seine grösste Dichte bei 4° C., seinen Gefrierpunct bei 0°. Sowohl bei der Erwärmung als auch bei einer von 4° C. ausgehenden Abkühlung dehnt es sich aus, wird leichter.

Die Folge davon ist, dass das bis auf 4° C. abgekühlte Wasser sinkt, daher die Erscheinung, dass in allen tieferen Seen das unter 40—50 Meter lagernde Wasser während des ganzen Jahres eine Temperatur von nahezu 4° C. mit kaum merkbaren Schwankungen zeigt, während sich das Wasser an der Oberfläche im Sommer erwärmt, im Winter aber soweit abkühlt, dass die Eisbildung von der Oberfläche aus vor sich geht.

Das Meerwasser mit einem Salzgehalt von 3·5 Perc. hat seinen Gefrierpunct bei — 2·5° C. Seine Dichte steigt bis zum Gefrierpunct und würde erst bei — 3° C. das Maximum erreichen.

Die Folge dieser Eigenthümlichkeiten des Meerwassers ist, dass in den tiefen Polarmeeren die Temperatur unter Null sinken kann, bis zu — 2° und — 4° C., und dass in grossen Meerestiefen selbst unter den Tropen eine Temperatur unter 4° bis 0·2° C. herrscht. Im allgemeinen nimmt also die Temperatur des Meerwassers bis zu den tiefsten Schichten continuirlich ab.

Jene Wissenschaft, welche sich mit den Erscheinungen der Hydrosphäre eingehend beschäftigt, nennt man **Hydrographie.**

3. Die **Lithosphäre.** Die Gesteinshülle der Erde besteht im Gegensatze zur gasigen Atmosphäre und zur tropfbarflüssigen Hydrosphäre aus festen Massen, aus Gesteinen oder Felsarten (Gebirgsarten); sie umschliesst die Erde als eine vollkommen zusammenhängende, zwischen Luft und Wasser einerseits und dem wahrscheinlich gluthflüssigen Erdinneren andererseits lagernde Schale oder Rinde, und wird deshalb auch als feste Erdrinde oder feste Erdkruste bezeichnet.

Die Dichte der Lithosphäre lässt sich direct nicht bestimmen. Wir können auf ihren mittleren Werth aber aus der Dichte der in den oberen, der Beobachtung zugänglichen Regionen der Lithosphäre vorherrschenden Gesteine schliessen, deren Dichte zwischen 2·6 und 3·0 liegt, so dass wir die mittlere Dichte der Lithosphäre = 2·8, also nur halb so gross annehmen dürfen, als die mittlere Dichte des ganzen Erdkörpers (S. 97).

Die höchsten Erhebungen der Lithosphäre (der Mount Everest im Himâlaya, an der Grenze von Nepal und dem östlichen Tibet, 8840 Meter oder 29.000 engl. Fuss hoch) entsprechen ungefähr den grössten gemessenen Meerestiefen (4643 Faden = 27.858 engl. Fuss im Grossen Ocean). Die mittlere Höhe der Festländer über dem Meeresspiegel ist aber viel geringer, als die mittlere Tiefe der Meere, und beträgt weniger als $^1/_{11}$ der letzeren.

Für die mittlere Höhe der einzelnen Continente gibt Alex. v. Humboldt folgende Zahlen:

Für Europa	. . . .	630	Par. F.
„ Amerika	Südamerika	1062	„ „
	Nordamerika . . .	702	„ „
„ Asien	. . . .	1080	„ „

Nehmen wir an, dass Afrika die mittlere Höhe von Asien hat und Australien diejenige von Europa, so ergibt sich die mittlere Höhe sämmtlicher Festländer zu 1062 Par. F. oder 345 Meter (171 Faden). Diese Höhe ist im Vergleiche zur durchschnittlichen Meerestiefe von 2000 Faden sehr gering und beträgt nur 0·0855 derselben. Uebrigens ist obige Zahl für die mittlere Höhe der Continente wahrscheinlich etwas zu gering und dürfte dem Werthe von 365 Meter (200 Faden) näher kommen. — Dr. Leipoldt hat die Humboldt'sche Rechnung für Europa einer genauen Prüfung unterzogen und als mittlere Höhe für Europa 914 Par. F. oder 297 Meter gefunden.

Die Temperatur-Verhältnisse der Lithosphäre (Bodenwärme) sind von drei Factoren abhängig: von der im Innern der Erde noch enthaltenen Eigenwärme derselben, der Erdwärme; von der von der Sonne her (durch Insolation)[1]) unserer Erde zukommenden Wärmemenge, Sonnenwärme, und von der Menge der von der Erdoberfläche in den Weltraum (durch Radiation)[2]) ausgestrahlten Wärme.

Die obersten Schichten der Erde zeigen Temperaturschwankungen, welche von der Stärke der Insolation und Radiation abhängig sind. Die von dem täglichen Temperaturwechsel abhängigen Schwankungen erstrecken sich aber höchstens auf eine Tiefe von 2 Meter. In grösserer Tiefe sind nur mehr die jährlichen Temperaturschwankungen bemerkbar. Sie nehmen mit der Tiefe immer mehr ab und verschwinden im mittleren Europa bei einer Tiefe von 25—28 Meter gänzlich. In dieser Tiefe herrscht eine constante Temperatur, welche beiläufig der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes entspricht. Von hier an nimmt die Temperatur mit der Tiefe immer mehr zu, und zwar, wie die Beobachtungen in Bergwerken, in Bohrlöchern und in artesischen Brunnen ergeben, in dem Verhältnis, dass im allgemeinen mit einer Tiefenzunahme von je 30 Meter die Temperatur um 1° C. steigt.

Man nennt die Tiefenstufe, der eine Temperaturzunahme von 1° C. entspricht, die geothermische Tiefenstufe. Die verschiedenen Werthe der geothermischen Tiefenstufe, welche sich aus den Beobachtungen an verschiedenen Orten ergeben und theils auf eine raschere, theils auf eine langsamere Temperaturzunahme hinweisen, lassen sich aus localen Verhältnissen erklären.

Die Dicke der Lithosphäre lässt sich durch directe Beobachtungen nicht bestimmen. Man kann sie nur annähernd schätzen, entweder indem man die Zunahme der Wärme in der Erdrinde berücksichtigt, oder indem man aus den an verschiedenen Puncten der Erde beobachteten Mächtigkeiten der Gesteinsschichten die Gesammtdicke der Erdrinde abschätzt. Beide Methoden geben aber so unsichere Werthe, dass man vorläufig besser darauf ver-

[1]) lat. *sol*, die Sonne; *insolatio*, die Besonnung. [2]) lat. *radiatio*, die Ausstrahlung.

zichtet, bestimmte Zahlenwerthe für die Dicke der Lithosphäre in geogr. Meilen festzustellen.

Die Gesteinszusammensetzung, der innere Bau und die Bildung der festen Erdkruste ist der Gegenstand der speciellen Geologie, welche demnach in drei Abschnitte zerfällt:

1. Die Petrographie[1]) oder Gesteinslehre.
2. Die Geotektonik[2]) oder die Lehre von den Lagerungsformen der Gesteine und dem Gebirgsbau.
3. Die Stratigraphie[3]) oder die Schichtenbeschreibung (Lehre von den Formationen).

Die Lehren von der horizontalen und verticalen Gliederung (Physiographie, Orographie) des festen Landes sind Abschnitte der **physikalischen Geographie**.

4. Das **Erdinnere** oder der **Erdkern**. Das Innere der Erde ist unserer Beobachtung gänzlich verschlossen. Wir können daher nur aus den Erscheinungen in den äusseren Theilen der Erde Schlüsse ziehen auf die Beschaffenheit des Erdinnern. Die wichtigsten Erscheinungen, aus welchen wir zunächst auf den Aggregatzustand des Erdinnern schliessen können, sind: 1. die mit der Tiefe fortschreitende Zunahme der Temperatur in der Erdrinde, 2. die heissen Quellen, 3. die Vulkane, aus deren Kratern feurigflüssige Gesteinsmassen (Lava) aus der Tiefe an die Erdoberfläche hervorbrechen.

Alle diese Erscheinungen führen zu der Annahme, dass in jenen Tiefen, welche der directen Beobachtung nicht mehr zugänglich sind, sehr hohe Temperaturen herrschen, Temperaturen nicht blos bis zur Siedhitze des Wassers, sondern selbst bis zum Schmelzpunct der vulkanischen Gesteine, d. i. bis zu 1700° C. und noch darüber, und mithin zu der Hypothese von einem gluthflüssigen oder schmelzflüssigen Erdinnern, welches als Pyrosphäre bezeichnet werden kann.

Die Annahme eines gluthflüssigen Erdinnern steht in vollkommener Uebereinstimmung mit der aus astronomischen und physikalischen Thatsachen abgeleiteten Folgerung, dass der Erdkörper ursprünglich eine glühend flüssige Kugel gewesen ist, um die sich in Folge allmäliger Abkühlung eine feste Kruste gebildet hat. Nach dem durchschnittlichen Werthe der geothermischen Tiefenstufe (30 Meter für 1° C.) müsste die Pyrosphäre in einer Tiefe von 7—8 Meilen beginnen.

Diejenigen Thatsachen, aus welchen wir auf die stoffliche Zusammensetzung des Erdinnern schliessen können, sind: 1. die im Vergleich zu der Dichte der äusseren Erdhüllen (die mittlere Dichte der continentalen und oceanischen Erdoberfläche zusammen, beträgt kaum 1·6) hohe mittlere Dichte des ganzen Erdballs (S. 97), 2. die Thatsache, dass diejenigen Gesteine (Basalte und Olivingesteine) der Lithosphäre, welche wahrscheinlich aus

[1]) gr. *pĕtra*, Stein, Fels. [2]) gr. *tektonike*, Bauwerk, Baukunst. [3]) lat. *stratum* Lager Schichte.

den grössten Tiefen stammen, die dichtesten und die eisenreichsten Gesteine sind. Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass die mittlere Dichte des Erdkernes grösser sein muss als die mittlere Dichte der Erde. Man kann daher den Erdkern auch als Barysphäre, als den Schwertheil der Erde bezeichnen, und stellt die wahrscheinlichste Hypothese auf, wenn man annimmt, dass das Erdinnere vorherrschend aus Eisen (Dichte 7—7·8) zusammengesetzt ist.

Der amerikanische Geologe J. Dana nimmt an, dass etwa $^2/_3$ des ganzen Erdkörpers aus Eisen bestehen. Der eiserne Erdkern müsste unter dieser Annahme in einer Tiefe von 108 Meilen beginnen. Zu der Hypothese von einem aus Eisen bestehenden Erdkern berechtigen uns auch die Trümmer anderer Weltkörper, welche von Zeit zu Zeit auf unsere Erde fallen, die Meteoriten. Diese bestehen (vergl. S. 49 u. 50) entweder aus Gesteinsmassen, welche den Laven unserer Erde mehr oder weniger gleichen (Meteorsteine), oder aus Massen von gediegenem Eisen (Meteoreisen). Da beide Arten von Meteoriten als Bruchstücke zersprengter Himmelskörper sich darstellen, so ist es eine durchaus wahrscheinliche Annahme, dass die Meteorsteine als die Trümmer der Lithosphäre, die Meteoreisen aber als die Trümmer der Kerne, der Barysphäre jener Himmelskörper aufzufassen sind.

5. Die **Biosphäre** umfasst die Lebewesen der Erde. Der Schauplatz alles organischen Lebens ist der Boden des Luftmeeres (für die Landbewohner) und die mit atmosphärischer Luft imprägnirte Wasserhülle der Erde (für die Wasserbewohner). Nur durch Vermittlung der Luft wird das Thier- und Pflanzenleben unterhalten.

Die Pflanzenformen der Gegenwart sind aber nicht die ersten, welche auf der Erde zur Entwicklung gelangten, ebensowenig die jetzt lebenden Thierformen. Von jener, durch unermessliche Zeiträume von der Gegenwart getrennten Zeitperiode an, da die physikalischen Verhältnisse der Erdoberfläche organisches Leben möglich machten, haben ganze Generationen von Thieren und Pflanzen gelebt und sind wieder ausgestorben, um neuen Generationen Platz zu machen.

Die Dichtigkeitsverhältnisse der Luft, ihre Bestandtheile, die Strömungen derselben, ihr Feuchtigkeitsgehalt und die durch denselben bedingten wässrigen Niederschläge, die Verbreitung der Wärme in der Atmosphäre, dies sind die wesentlichen Elemente für die Entwicklung der Flora sowohl als der Fauna.

Diejenige Wissenschaft, welche sich ausschliesslich mit den ausgestorbenen Thier- und Pflanzenformen beschäftigt, heisst die Paläontologie. (Vgl. S. 1.) Sie kann als ein besonderer Zweig der Geologie betrachtet werden, oder auch als ein besonderer Zweig der Botanik und der Zoologie. Die Paläontologie lehrt uns, dass die Pflanzenwelt und ebenso die Thierwelt eine lange Geschichte hat, die innig mit der Entwicklungsgeschichte der Erde verknüpft ist. Die organischen Wesen haben eine allmälige Entwicklung von Form zu Form, und zwar von niederen zu immer höheren Formen durchlaufen (Descendenztheorie und Darwin's Lehre von der Entstehung der Arten), ehe sie zu ihrer gegenwärtigen, mannigfaltigen Gestaltung gelangten. Eine Uebersicht von dem System der lebenden organischen Wesen der Jetztwelt gibt beistehende Tabelle.

System der lebenden organischen Wesen.

II. Darmlose Thiere (*Coelenterata*)
- Kammquallen (*Ctenophorae*)
- Schirmquallen (*Hydrozoa*)
- Korallen (*Anthozoa*)

IV. Stachelhäuter (*Echinodermata*)
- Seewalzen (*Holothuriae*)
- Seeigel (*Echinida*)
- Seelilien (*Crinoidea*)
- Seesterne (*Asterida*)

V. Gliederfüssler (*Arthropoda*)
- Kerbthiere (*Insecta*)
- Tausendfüssler (*Myriopoda*)
- Spinnen (*Arachnoidea*)
- Krebse (*Crustacea*)

VII. Wirbelthiere (*Vertebrata*)
- Säugethiere (*Mammalia*)
- höhere S. (*Monodelphia*)
- niedere Säugethiere: Beutelthiere (*Didelphia*), Kloakenthiere (*Ornithodelphia*)
- Vögel (*Aves*)
- Kriechthiere (*Reptilia*)
- Lurche (*Amphibia*)
- Fische (*Pisces*).

VI. Weichthiere (*Mollusca*)
- Kopffüssler oder Kracken (*Cephalopoda*)
- Schnecken (*Gasteropoda*)
- Flossenfüssler (*Pteropoda*)
- Muscheln (*Pelecypoda* od. *Conchifera*)
- Armfüssler oder Tascheln (*Brachiopoda*)

Pflanzen (*Vegetabilia* oder *Plantae*)

A. Phanerogame oder Samenpflanzen
- Bedecktsamer (*Angiospermae*):
  - Blattkeimer oder Zweisamenlapper (*Dicotylae*)
  - Spitzkeimer oder Einsamenlapper (*Monocotylae*)
- Nacktsamer (*Gymnospermae*):
  - Nadelhölzer (*Coniferae*)
  - Cycadeen (*Frondosae*)

B. Kryptogame oder Sporenpflanzen
- Bärlappe (*Lycopodiaceae*)
- Schachtelhalme (*Equisetaceae*)
- Farne (*Filicinae*)
- Moose (*Musci*)
- Armleuchter (*Characeae*)
- Pilze und Flechten (*Funginae*)
- Tange oder Algen (*Algae*)

Sternwürmer (*Gephyrei*) — Ringelwürmer (*Annelides*) — Räderthiere (*Rotatoria*)

Gliedwürmer (*Colelminthes*)

Mantelthiere (*Tunicata*) — Moosthiere (*Bryozoa*)

Sackwürmer (*Himatega*)

Rundwürmer (*Nemathelminthes*), Plattwürmer (*Platyhelminthes*) } Weichwürmer (*Scolecida*)

III. Würmer (*Vermes*)

Schwämme (*Spongiae*) — Aufgussthiere (*Infusoria*) — Wurzelfüssler (*Rhizopoda*)

I. Urthiere (*Protozoa*)

Urwesen (*Protisten* z. B. *Moneren*).

Man findet die Reste der ausgestorbenen Pflanzen und Thiere in den Gesteinen der Lithosphäre eingeschlossen, oft nur vereinzelt, oft aber in solcher Menge, dass sie ganze Schichten erfüllen und sehr wesentlich zur Gesteinsbildung beitragen. (S. 127.) Die Substanz derselben war in den Erdschichten einer mehr oder weniger weitgehenden Umwandlung unterworfen, bei welcher aber die ursprüngliche Gestalt und meist auch die Structur erhalten blieb. Man nennt diese mehr oder weniger stofflich veränderten Ueberreste von Pflanzen und Thieren der Vorwelt Versteinerungen (Petrefacten) oder Fossilien. (S. 1.)

Die Art und Weise, wie Reste von vorweltlichen Thier- und Pflanzenformen verändert wurden und erhalten blieben, ist eine sehr verschiedene. Die Veränderung kann geschehen: 1. durch Verkohlung; 2. durch Verwitterung oder Auslaugung; 3. durch Ueberrindung oder Incrustation; 4. durch Abformung und 5. durch eigentliche Versteinerung oder Petrificirung.

Die Verkohlung ist besonders in Bezug auf die Erhaltung der Pflanzenreste von grösster Wichtigkeit. Dabei wird die organische Substanz des Körpers nicht gänzlich zerstört, sondern nur in eigenthümlicher Weise umgewandelt. Sie verliert an Stoff und zwar derart, dass die sich abscheidenden Verbindungen besonders reich an Sauerstoff und Wasserstoff sind, wodurch in der zurückbleibenden Masse der Gehalt an diesen beiden Elementen immer mehr abnimmt, der Gehalt an Kohlenstoff relativ zunimmt. In den verschiedenen Arten von fossiler Kohle ist daher die Pflanzensubstanz mehr oder weniger carbonisirt[1]), so dass Torf, Lignit, Braunkohle, Schwarzkohle und Anthracit verschiedene Stadien dieses Umwandlungsprocesses darstellen.

Bringt man bei diesen einzelnen Substanzen die Aschenmenge und die geringen Mengen von Stickstoff, welche sie enthalten, in Abrechnung, so ergibt sich folgende durchschnittliche Zusammensetzung in 100 Gewichtstheilen:

Holz	50 C.	6 H.	44 O.
Torf	60 „	6 „	34 „
Lignit	67 „	6 „	27 „
Braunkohle	75 „	5 „	20 „
Schwarzkohle	83 „	5 „	12 „
Anthracit	93 „	4 „	3 „

Die Verwitterung oder Auslaugung betrifft besonders die Hartgebilde vieler Organismen, vor allem die aus Calciumcarbonat oder Calciumphosphat bestehenden Skelet-Theile. Bei den Knochen der Wirbelthiere vermindert sich allmählich der neben der Knochenerde vorkommende thierische Leim, bis er ihnen endlich vollständig entzogen ist. Aehnlich verhält es sich mit den Gehäusen der Muschelthiere und Stachelhäuter, mit den Panzern der Krebse u. s. w.

---

[1]) lat. *carbo*, die Kohle: *carbonesco*, zu Kohle werden.

Dieser Zerstörungsprocess, der das Bindemittel der unorganischen Bestandtheile abgebenden organischen Theile kann unter Umständen, wenn kein neues unorganisches Bindemittel hinzutritt, auch zum vollständigen Zerfall der ursprünglichen Form der Hartgebilde führen.

Die Incrustation der organischen Reste erfolgt sehr häufig äusserlich, entweder durch mechanisch zugeführte Materialien (wie feinen Sand, Thon etc.) oder durch chemische Niederschläge. Das am häufigsten auftretende Umhüllungsmittel ist Calciumcarbonat, welches im Wasser gelöst beim Verdunsten des Wassers als eine Kruste zurückbleibt und die Körper überzieht.

Die Abformung findet statt, wenn irgend ein organischer Körper in Sand oder Schlamm eingebettet oder durch Kalk incrustirt wird, so dass er in der umschliessenden Substanz einen Abdruck seiner äusseren Form bildet, ein „Negativ", an welchem die Oberflächenstructur des Originals um so genauer und schärfer ausgeprägt sein wird, je feiner und plastischer das umhüllende Material war. Ist der ursprüngliche Körper durch Auslaugung oder Verwitterung ganz entfernt, so werden, wenn das Abformungs-Material widerstandsfähig genug ist, äussere Abdrücke und innere Ausfüllungen, sog. Steinkerne erhalten bleiben.

Hierbei ist es wichtig zu bemerken, dass z. B. unter den Muschelschalen einige aus Aragonit (Perlmuttersubstanz) bestehen, andere aber aus Calcit. Der Aragonit ist in den Wässern der Gebirgsfeuchtigkeit leichter löslich als der Calcit. Darum sind uns die aus Aragonit gebildeten Muschelschalen fast nur in ihren Abdrücken oder Steinkernen erhalten, während die aus Calcit gebildeten sich meist ganz vollständig erhalten haben.

Die eigentliche Versteinerung oder Petrificirung besteht darin, dass der eingeschlossene Naturkörper ganz von Mineralsubstanz durchdrungen und in Stein umgewandelt wird. Die Hauptversteinerungsmittel sind Calciumcarbonat und Kieselsäure; aber auch Gyps, Pyrit u. a. spielen eine wichtige Rolle. Man unterscheidet darnach verkalkte, verkieselte und verkieste Petrefacten.

Bei Körpern, welche wie die Knochen und Muschelschalen aus organischer und unorganischer Substanz zusammengesetzt sind, geht mit dem Petrificirungsprocesse zugleich der Auslaugungsprocess Hand in Hand. Es wird nämlich die organische Substanz zerstört und durch das Versteinerungsmittel ersetzt, so dass dann z. B. die fossilen Knochen in der Regel zum Theile aus Calciumphosphat und zum Theile aus Calciumcarbonat bestehen.

Es kann geschehen, dass die organische Substanz von dem Versteinerungsmateriale derart durchdrungen wird, dass die Structur bis ins kleinste Detail erhalten bleibt. Hierbei spielt besonders die Kieselerde eine hervorragende Rolle. Sie ist das vollkommenste Versteinerungsmittel, zumal für die holzigen Pflanzentheile. Diese lassen bei verkieseltem Zustande in Dünnschliffen ihren anatomischen Bau, die Jahresringe, Markstrahlen, Zellen und Gefässe oft auf das deutlichste erkennen.

Zu den Versteinerungen rechnet man auch Eindrücke oder Spuren, welche Thiere zuweilen in den Erdschichten hinterlassen haben, wie die Fährten von Vögeln, Amphibien, Reptilien, Krebsen u. s. w.

C. Die Wechselwirkungen der einzelnen Glieder des Erdganzen auf einander.[1]

1. Luft- und Wasserwirkungen.

Hierher gehören: der Kreislauf des Wassers, die Vorgänge der Verwitterung und der Zerstörung (Denudation), der Fortführung (Transportation) und des Wiederabsatzes (Sedimentation) von Gesteinsmateriale, die Gletschererscheinungen und Gletscherwirkungen. Es sind dies Erscheinungen, welche als Einwirkungen der Atmosphäre auf die Hydrosphäre, oder als Einwirkungen dieser beiden äussersten Hüllen der Erde auf die Lithosphäre zu betrachten sind.

Der Kreislauf des Wassers. Die gesammte Wassermasse unserer Erde ist in einem beständigen Kreislauf begriffen. Das Wasser steigt als Wasserdunst in die Luft, verdichtet sich und kommt als atmosphärischer Niederschlag wieder auf die Erde zurück. Man kann im grossen Ganzen annehmen, dass von den atmosphärischen Niederschlägen $^1/_3$ sofort verdunstet oder von der Thier- und Pflanzenwelt aufgenommen, $^1/_3$ vom Boden aufgesogen wird und $^1/_3$ oberflächlich abfliesst.

Das Wasser, welches vom Boden aufgesogen wird, dringt theils auf Rissen und Klüften der Gesteine in die Tiefe, theils vermöge der Porosität und Capillarität derselben in die Gesteine selbst ein. Daher ist die ganze Erdrinde bis zu einer gewissen Tiefe von Wasser durchtränkt. Dasselbe erscheint in den Erdschichten in dreifacher Weise: als Gebirgsfeuchtigkeit in den Poren aller Gesteine, als Grundwasser in wasserführenden Schichten, welche wasserdichte Schichten zur Unterlage haben, und endlich als frei circulirendes Wasser in Spalten, Klüften und Höhlen. Eine besondere Art unterirdischer Wasserführung kommt endlich in der Nähe von Flüssen und Bächen vor, indem das Wasser derselben seitwärts in die wasserdurchlassenden Schichten der Ufer eindringt oder infiltrirt wird.

Aus dem vom Boden aufgesogenen und unterirdisch angesammelten Wasser nehmen die Quellen ihren Ursprung. Das Quellwasser ist somit atmosphärischen Ursprungs und die Menge und Ergiebigkeit der Quellen hängt in erster Linie von der Menge der atmosphärischen Niederschläge ab.

Alles Wasser, welches seinen Ursprung entweder direct oder indirect (mittelst der Quellen) in meteorischen Niederschlägen hat, heisst wegen seines geringen Salzgehaltes Süsswasser im Gegensatze zum Salzwasser des Meeres. Die Wirkungen, welche das Süsswasser auf die Lithosphäre ausübt, sind von zweierlei Art: chemische und mechanische Wirkungen.

Das **Süsswasser** verdankt seine Wirksamkeit als **chemisches** Agens der Eigenschaft, sowohl Gase als auch

[1] Man bezeichnet diesen Abschnitt der Geologie in neuerer Zeit gewöhnlich als dynamische Geologie (gr. *dynamis*, Kraft, Einfluss, Wirkung).

feste Körper aufzulösen. Kein auf der Erdoberfläche circulirendes Wasser ist daher chemisch rein.

Schon das Regenwasser enthält Luft und Kohlensäure, daneben sehr häufig auch etwas Salpetersäure (bei Gewitterregen) und Ammoniak. Quell- und Flusswasser, sind noch reicher an fremden Bestandtheilen, indem sie solche aus den Schichten der Erde, durch oder über welche sie fliessen, aufnehmen. Die wichtigste Rolle spielt dabei die Kohlensäure. Sie ist die Vermittlerin der Löslichkeit vieler Salze, namentlich des Calciumcarbonats und des Magnesiumcarbonats, welche in reinem Wasser fast unlöslich, in kohlensäurehaltigem Wasser aber als Bicarbonate löslich sind. Der Kohlensäuregehalt ist daher die Bedingung für das Vorkommen dieser Salze im Wasser; je nach der grösseren oder geringeren Menge dieser Salze unterscheidet man hartes und weiches Wasser.

Hartes, kalkreiches Wasser lässt die Hülsenfrüchte beim Kochen hart; weiches, kalkarmes Wasser hat den gegentheiligen Effect. Die meisten Quellwasser sind hart, d. h. sie haben bei ihrer Circulation in den Erdschichten eine grosse Menge von Salzen aufgenommen; die Flusswässer sind in der Regel weich, weil sie nur wenig Bodenbestandtheile aufgelöst enthalten.

Unter einem Härtegrad versteht man nach der Härtebestimmungs-Methode von Fehling den Gehalt von 1 Milligramm Calciumoxyd in 100 Kubikcentimetern Wasser oder einen Gehalt von 0·00001 an härtemachenden Bestandtheilen, ausgedrückt in Kalk-Aequivalenten. Wasser, welches keinen grösseren Härtegrad als 18 besitzt, ist zu jeder technischen Verwendung geeignet und entspricht in Bezug auf den Kalkgehalt auch allen Ansprüchen der Gesundheitspflege.

In weit grösserer Menge als im gewöhnlichen Quell-, Brunnen- und Flusswasser sind Salze und andere mineralische Stoffe in den sogenannten Mineralwässern und in den meisten warmen und heissen Quellen enthalten.

Kalkwässer sind reich an Kohlensäure und Calciumcarbonat, welch letzteres hauptsächlich als Bicarbonat gelöst ist. Kieselwässer enthalten in grösserer Menge Kieselsäure, sie sind fast durchwegs heisse Quellen. Säuerlinge haben einen reichlichen Gehalt an Kohlensäure, Eisensäuerlinge oder Stahlwässer enthalten daneben noch Eisencarbonat. Bitterwässer enthalten Magnesiumsulfat und Natriumsulfat. Schwefelwässer enthalten freien Schwefelwasserstoff neben Sulfaten und Carbonaten. Soolen oder Soolquellen sind stärkere oder schwächere Salzquellen, die gewöhnlich in Gegenden entspringen, wo in der Tiefe Steinsalzlager vorkommen.

Alle mineralischen Bestandtheile, welche das Wasser der Quellen und Flüsse enthält, sind den Schichten der Erde durch allmälige Auslaugung der Gesteine entnommen. Die nothwendige Folge dieser oft durch unendlich lange Zeiträume fortdauernden Auslaugungsprocesse ist die Bildung von unterirdischen Hohlräumen.

Hierher gehört die Bildung der Höhlen in Gyps- und Kalkgebirgen, z. B. die Gypsschlotten von Thüringen und am Harze, sowie die Kalksteinhöhlen, wie sie am grossartigsten im Karst (Adelsberger Grotte) und in den Karpathen (Agteleker Höhle) sich finden.

Auf die chemischen Wirkungen des Wassers ist auch die Verwitterung, Zersetzung, Auflockerung und Corrosion der Gesteine zurückzuführen, selbst solcher Gesteine, deren Bestandtheile nur in geringem Grade löslich sind.

Der chemische Einfluss des Wassers ist jedoch nicht blos ein zerstörender und fortschaffender, sondern gleichzeitig auch wieder ein neubildender. Die Kalkwässer, welche in Folge ihres Kohlensäure-Gehaltes aus kalkhältigen Schichten viel Calciumbicarbonat aufgelöst haben, setzen Calciumcarbonat in der Form von Kalksinter und Kalktuff wieder ab, sobald die freie und die halbgebundene Kohlensäure bei der Verdunstung des Wassers oder unter dem Einfluss von Pflanzen entweicht.

Auf diese Art entstehen Absätze und Ueberrindungen der mannigfaltigsten Art, wie die Tropfsteine der Kalkhöhlen (Stalaktiten und Stalagmiten), die mächtigen Ablagerungen von Kalktuff, wie z. B. die durch den kalkreichen Anio bei Tivoli unweit Rom gebildeten Travertinlager, aus welchen die alten Römer die Riesenquader für ihre Colossalbauten gebrochen haben u. s. w.

Auch zahlreiche Erzlagerstätten sind nur durch chemische Niederschläge aus Wasser entstanden. Die Limonitbildungen oder die Raseneisensteine in Sümpfen und Torfmooren verdanken ihre Entstehung eisenhaltigen Wässern. Selbst die Bildung der meisten Erzgänge lässt sich nur auf wässerigem Wege durch Infiltration metallischer Lösungen in die Gangspalten der Gebirge erklären.

Die **mechanische** Wirkung des fliessenden oder bewegten Wassers ist eine dreifache: eine zerstörende (Erosion), eine fortschaffende (Transportation) und eine ablagernde (Sedimendation, Verbreitung und Absatz des fortgeschafften Materials).

a) Erosion oder Auswaschung. Jedes fliessende Wasser wäscht sich durch Abreibung, Zertrümmerung und Fortschaffung von Gesteinsmaterial eine Rinne aus, die mit der Zeit tiefer und tiefer wird und zur Thalbildung (Erosionsthäler) führt.

Jede Thalbildung beginnt zunächst damit, dass das auf mehr oder weniger geneigtem Boden abfliessende Wasser eine Menge von getrennten, kleinen Wasserrinnen bildet, die bei stärkerer Neigung in tiefere und weiter auseinander liegende Furchen zusammenlaufen. Hat auf diese Weise die Furchenbildung einmal begonnen, so wächst nun das Thal von unten nach oben; unten verbreitert und vertieft es sich, nach oben oder rückwärts schneidet es sich weiter ein und vergrössert auf diese Weise gleichzeitig sein Gebiet. Ausserordentlich begünstigt wird dieser Auswaschungsprocess in Klimaten, wo der Frost zerstörend auf die Gesteinsmassen einwirkt; denn das wichtigste Agens der Zerstörung ist neben der mechanischen Abreibung der Gesteine in den Flussbetten die Zerklüftung und Verwitterung der Gesteine an den Thalwänden durch die atmosphärischen Agentien, deren felsenzersprengende Wirkung hauptsächlich darauf beruht, dass bei einem häufigeren Wechsel von Frost und Thauwetter das in den Spalten der Gesteine enthaltene Wasser bei jedesmaligem Erstarren sich ausdehnt und so wie mit Keilen die Felsen auseinander treibt. So werden die massigsten Gebirge und die mächtigsten Plateau's nach und nach bis in ihr Centrum ausgefurcht und ausgenagt. Schmale Felskämme, schroffe Felsgipfel und endlich Abtragung auch dieser Ruinen sind das Endresultat des Durchfurchungsprocesses, der auf die Ausgleichung, auf die Nivellirung aller Höhenunterschiede hinarbeitet.

Das Product des Zerstörungsprocesses der Gesteine, welcher

unter dem Einflusse der Atmosphäre, des Regens, des Frostes, des Windes, der Pflanzen u. s. w. statt hat, ist der Gebirgsdetritus[1], d. h. der Gebirgs- oder Gesteinsschutt und der Gesteinsgrus. Ersteren sehen wir an den Bergabhängen oft mächtige, hoch hinauf ziehende Schutthalden bilden, letzterer bedeckt mehr oder weniger die ganze Oberfläche der der Verwitterung und dem Zerfallen zu Grus hauptsächlich ausgesetzten Gesteine.

b) Fortführung und Ablagerung von Gesteinsmaterial. Das von der Verwitterung der Gebirge herrührende Material (Schutt und Grus) wird durch Regengüsse in die Gebirgsbäche und aus diesen in die Flüsse geführt; es wird von diesen fortgeschafft, an anderen Stellen wieder abgelagert und zu Neubildungen, zur Bildung der sog. klastischen[2]) Gesteine (Trümmergesteine) verwendet.

Bei der Fortschaffung findet eine natürliche Sichtung des Materials statt, das gröbere sondert sich vom feineren. Das transportirte und wieder abgelagerte Material ist je entfernter vom Ursprungsorte um so feiner, und zwar aus zwei Ursachen: erstens, weil bei dem weiteren Transport die gröberen Massen durch gegenseitiges Abreiben (Geschiebe, Gerölle) mehr und mehr verkleinert werden, und zweitens, weil grosse Blöcke und Geschiebe bei der im allgemeinen flussabwärts mit dem stets geringer werdenden Gefälle abnehmenden Geschwindigkeit (Kraft) des Wassers nicht so weit transportirt werden können, als feiner Sand und Schlamm. An jedem Flusslauf werden daher die grossen Blöcke und das grobe Geschiebe zuerst, die kleineren Flussgeschiebe, der sog. Kies oder Schotter später, Sand und Schlamm (oder Silt) aber erst zuletzt an den Mündungen der Flüsse, wo das Gefälle fast Null ist, abgelagert werden.

Da Ablagerungen überall da stattfinden müssen, wo durch locale Verhältnisse die Geschwindigkeit des Wassers vermindert wird, so ist klar, dass sich dieselben vorzugsweise an der inneren concaven Seite grösserer Flusskrümmungen, an der Einmündung reissender Gebirgsbäche in einen langsamer fliessenden Fluss, beim Austritt der Flüsse aus dem Gebirge in die Ebene, sowie bei der Mündung der Flüsse in Seen und in's Meer bilden müssen. Auf diese Weise entstehen die Kies- und Sandbänke, und ebenso die Inseln in grösseren Strömen, die mächtigen Schotterkegel oder fächerförmig sich ausbreitenden Steinfelder und Geschiebeablagerungen am Fusse der Gebirge (z. B. das Steinfeld bei Wiener-Neustadt), die ausgedehnten erdigen und sandigen Alluvialebenen im Tieflande und die sumpfigen und schlammigen Deltas an den Meeresmündungen der Flüsse.

Man bezeichnet die Ablagerungen der Flüsse als fluviatile Bildungen oder Fluss-Alluvionen, die Ablagerungen in Seen als lacustrine[3]) Bildungen, und die Ablagerungen an

---

[1]) lat. *detritus*, abgenützt, abgerieben. [2]) gr. *klastós*, zerstückt, zertrümmert. [3]) lat. *lacustris*, zum See gehörig.

den Meeresmündungen, wo sich Süss- und Salzwasser zu sog. Brackwasser vermengt, als fluvio-marine oder brackische Bildungen.

Die **chemischen** Wirkungen des **Salzwassers** bestehen hauptsächlich in dem Absatz der in ihm gelösten Salze. Ein solcher Salzabsatz findet überall dort statt, wo in Salzseen oder in abgeschlossenen Meeresbuchten das Wasser durch Verdunstung und fortgesetzte Salzzufuhr nach und nach zu einer übersättigten Salzlauge wird, aus der sich dann die im Ueberschuss gelösten Salze absetzen.

Bei diesem Process setzen sich die Salze nach dem Grade ihrer Löslichkeit in einer gewissen Reihenfolge ab; zuerst scheiden sich die schwerlöslichen Salze, hauptsächlich Gyps aus, dann das Steinsalz und endlich die am leichtesten löslichen Kalium- und Magnesium-Salze. In dieser Reihenfolge findet man die Salze in dem Salzlager von Stassfurt (bei Magdeburg in Preussen) schichtenweise übereinander abgelagert. Auf diese Weise sind alle unsere zahlreichen Gyps-, Anhydrit- und Steinsalzablagerungen in den Alpen und in den Karpathen entstanden.

Die **mechanischen** Wirkungen des Meeres gehen aus der Bewegung des Wassers hervor, welche 1. durch das allgemeine System der Meeresströmungen, 2. durch die Gezeiten (Ebbe und Fluth), 3. durch Wind und Sturm, und 4. durch Erdbeben verursacht wird. Sie äussern sich ebenso wie jene der Flüsse in Auswaschung, Fortschaffung und Ablagerung.

Die zerstörende Wirkung des Meeres ist am grössten an der Wetterseite der Inseln und Continente, an stark brandenden Küsten. Solche Küsten sind in den meisten Fällen Steilküsten, während diejenigen Küsten, an welchen Ablagerungen stattfinden, Flachküsten sind.

Das Mass der Zerstörung hängt viel von der Natur des Gesteins und von der Schichtenstellung ab. Eine starke Brandung vermag Blöcke von 100 Ctr. Gewicht und darüber in Bewegung zu setzen. Die härtesten Felsmassen werden durch dieselbe unterwaschen, grössere und kleinere Stücke fallen ab, werden zu Geröllen abgeschliffen und zu Sand und Schlamm zerrieben.

Reproducirende Wirkung des Meeres. Was das Meer an einer Stelle vom Lande wegnimmt, muss es an einer anderen wieder absetzen. Durch Meeresströmungen können wohl schwimmende Körper, wie Bimsstein, Baumstämme u. dgl. transportirt und an den entferntesten Küsten abgelagert werden, allein sie sind nicht im Stande, auch nur das feinste Gesteinsmaterial suspendirt zu erhalten und auf grössere Entfernungen über offene Meere zu transportiren. Nur durch Eisberge können grössere Massen von Gesteinsmaterial weitergeführt und beim Abschmelzen derselben abgelagert werden. Auf der hohen See findet daher keine Ablagerung von klastischem Gesteinsmateriale statt.

Marine Sedimente klastischer Natur können sich nur in der Nähe der Küste bilden, und dabei findet im Wellenschlag der Brandung eine natürliche Sichtung des Materiales in der Richtung vom Ufer nach der Tiefsee in ähnlicher Weise statt, wie im strömenden Laufe der Flüsse in der Richtung vom Ursprung nach der Mündung. Das grobe Gerölle bleibt zunächst am Ufer liegen als Strand- oder Uferbildung (litorale Bildung). Sand und Schlamm werden durch die rücklaufende Brandungsströmung von dem groben Gerölle abgeschlemmt und weiter ins Meer geführt. Sie lagern sich daher entfernter vom Ufer im Seichtwasser ab als Seichtmeerbildungen (subpelagische Bildungen).

Die Tiefmeerbildungen (pelagische Bildungen) sind zoogener Natur. (Vgl. S. 127).

Das **gefrorene** Wasser tritt in der Form von Eis und Schnee auf. Das Eis ist in der Regel aus feinen hexagonalen Nadeln zusammengesetzt, deren Hauptaxen senkrecht auf der Erstarrungsoberfläche stehen.

Man unterscheidet Süsswassereis, welches in Flüssen und Süsswasserseen entsteht; stalaktitisches Eis, welches sich in feuchten Höhlen in Folge einer durch Luftzug und Verdunstung hervorgerufenen Temperaturerniedrigung bildet, und Meereis. Dieses bildet sich erst bei einer Temperatur von —2·5° C. (S. 103); dabei werden aber die im Meerwasser aufgelösten Salze ausgeschieden, so dass das aus dem aufgethauten Meereis erhaltene Wasser trinkbar ist.

Der Schnee besteht aus locker aneinander gehäuften kleinen Eiskryställchen, welche während ihres Herabfallens durch fortwährende Condensation von Wasserdampf und durch Zwillings- und Drillingsbildung zu zierlichen sechsstrahligen Sternchen sich ausbilden. Aus dem Schnee entsteht durch Druck und durch theilweises Zusammenschmelzen das Schneeeis oder der Firn, und daraus das Gletschereis.

Die **Gletscher und ihre Erscheinungen.** In allen Hochgebirgen lässt sich eine je nach der geographischen Breite und den klimatischen Verhältnissen verschieden hoch liegende Schneegrenze feststellen, oberhalb welcher der Niederschlag immer in fester Form als Schnee fällt und als solcher niemals ganz verschwindet. In den Alpen, für welche man die Schneegränze im Mittel bei 2750 Meter annimmt, bleibt der Schnee in den höchsten Regionen über 4000 Meter in Folge der Kälte und der Trockenheit der Luft fast unverändert und müsste ins Unendliche wachsen, wenn die Massen unter dem Einfluss der Schwere nicht beständig nach abwärts rücken würden. In den tieferen Regionen unter 4000 Meter schmilzt der Hochschnee durch die Einwirkung der Sonnenwärme und warmer Winde an der Oberfläche theilweise, das Schmelzwasser aber sickert in die tieferen

Lagen ein, wo es noch kälteren Schnee antrifft und wieder gefriert. Dadurch werden aus dem Schnee runde Körner, die aneinander haften und eine mehr oder weniger zusammenhängende Masse bilden, welche man als Firn [1]) bezeichnet. Die vom Firn bedeckten Flächen und Mulden im Hochgebirge nennt man Firnfelder oder Firnmeere.

Der gekörnte Firnschnee folgt, ebenso wie der Hochschnee, dem Gesetz der Schwere und drängt nach der Tiefe. An steilen Abhängen verlassen die Schneemassen, dem Drucke folgend, oft plötzlich ihren Lagerungsort und stürzen als Lawinen mit verheerender Gewalt in die Tiefe. Bei geringerer Neigung der Abhänge sammelt sich der Firn allmälig in den ausgedehnten Mulden oder oberen kesselförmigen Anfängen der Thäler des Hochgebirges und drängt mit concentrischer Massenbewegung langsam abwärts in das Thal. Je weiter der Firn in wärmere Regionen hinabrückt, desto intensiver wirken die Wärmefactoren auf ihn ein und unter einem ununterbrochenen Aufthauungs- und Wiedergefrierungs-Process, bei gleichzeitiger Einwirkung von Druck, wird der Firn allmälig in noch compacteres Eis, in Gletschereis verwandelt, und es bildet sich als Abfluss der Firnmulden ein Eisstrom oder der Gletscher im engeren Sinne.

Die Gletscher verhalten sich in vielen Beziehungen wie ein Strom. Sie füllen die von den Firnfeldern nach abwärts ziehenden Thäler in ihrer ganzen Breite und bis zu ziemlicher Höhe aus; sie haben eine regelmässige, fliessende Bewegung, mit der sie jährlich 200—400 Fuss zurücklegen und der zufolge sie immer weiter in die Thäler herabsteigen würden, wenn nicht das Abschmelzen am unteren Ende dem Vorrücken eine Grenze setzen würde.

In Folge der fortdauernden oberflächlichen Abschmelzung und Verdunstung des Eises wird die Gletschermasse fortwährend verringert. Das Schmelzwasser rieselt sowohl über die Oberfläche, wie durch Spalten und in Canälen unter dem Eise; es bildet unzählige, grosse und kleine Wasseradern, die am unteren Ende des Gletschers zu einem Bache, dem Gletscherbach, vereinigt, in der Regel durch ein hohes gewölbtes Eisthor, das Gletscherthor, hervorbrechen. Das Wasser des Gletscherbaches ist anfangs trübe, indem es eine grosse Menge von feinem Sand und Schlamm mitführt, den es bald als Gletscherschlamm, in Kalkgebirgen als Gletscherkreide (Bergmilch, Montmilch) absetzt.

Auf der Oberfläche des Gletschers pflegt eine grosse Menge von Steinschutt und Steinblöcken zu liegen, wie solche von den Thalwänden der umgebenden Gebirge auf den Gletscher herabstürzen. Da dieser jedoch allmälig vorrückt, so bilden sie mehr oder weniger fortlaufende Gesteinswälle an der Seite des Gletschers, welche von der Ursprungsstelle bis zum unteren Ende

[1]) Von „fern", d. h. vorjährig, also so viel als vorjähriger Schnee.

des Gletschers verfolgt werden können und Moränen genannt werden.

Die an den beiden Seitenrändern des Gletschers sich bildenden Moränen heissen speciell Seitenmoränen. Beim Zusammenfliessen mehrerer Gletscher vereinigen sich je zwei aneinanderliegende Seitenmoränen in der Mitte des vereinigten Eisstromes zu einer Mittelmoräne. Die Unebenheiten, welche die Thalsohle eines Gletschers bietet, geben zur Bildung von Gletscherspalten (sowohl Quer- als Längsspalten) Veranlassung und durch diese Spalten gelangt ein Theil des Steinmaterials, welches der Gletscher führt, in's Innere und auf den Grund des Gletschers, wird hier fortgeschleppt und bildet die Grundmoräne. Beim Abschmelzen des Gletschers am unteren Ende fallen die Schuttmassen der Moränen zu Boden und bilden so die Stirn- oder Endmoräne, welche meist in einem thalabwärts convexen, halbmondförmigen Bogen das Gletscherende umgibt. In dieser Endmoräne finden sich daher alle Felsarten des ganzen Gletschergebietes in ungesichtet durcheinander liegenden Trümmern der verschiedensten Grösse vereinigt.

In den Polarregionen, wo die Schneegrenze nahezu oder (im Norden bei 80° n. Br.) wirklich bis an das Meeresniveau herabreicht, erstrecken sich die Gletscher — Polargletscher, — welche dann die einzigen Stellvertreter der Flüsse werden, ebenfalls bis ins Meer. Die grössten bekannten Eismeere besitzt Grönland. Der Humboldt-Gletscher in Grönland auf 79° 21′ n. Br. ist an seinem Ende 9 deutsche Meilen breit und gegen 600 Fuss mächtig.

Die Wogen des Meeres schmelzen bei der höheren Temperatur, welche sie besitzen, das Eis dieser Polargletscher ununterbrochen ab und unterspülen es. In Folge dessen brechen Eisblöcke ab, die mit Getöse in's Meer fallen und dieses weithin bewegen. Die Eisblöcke tauchen jedoch bald wieder aus der Tiefe empor, werden von den Meeresströmungen erfasst und als schwimmende Eisberge weit von ihrer Ursprungsstätte, oft bis zum 40. Breitegrad, fortgeführt.

Von den Eisbergen ragt nur $\frac{1}{10}$ ihrer Masse aus dem Wasser hervor. Sie stellen daher meist ungeheure Eismassen dar, welche grosse Mengen von Steinblöcken und Schutt weit transportiren können, dann bei ihrem Abschmelzen fallen lassen und über den Meeresboden verbreiten. Einem solchen Transport auf schwimmenden Eisbergen ist die Verbreitung der erratischen Blöcke (Jrrblöcke von Granit, Gneiss und anderen skandinavischen Gebirgsarten) über die norddeutsche Ebene bis an den Fuss des Riesengebirges und der Karpathen zuzuschreiben.

2. Feuerwirkungen.

Unter diesem hergebrachten Ausdrucke lassen sich die Reactionen des Erdinnern gegen die Oberfläche, oder die geologischen Wirkungen der Pyrosphäre zusammenfassen. Diese äussern sich heutzutage hauptsächlich in den Erscheinungen der Vulkane, der heissen Quellen und der Erdbeben; es hängen mit diesen Wirkungen aber auch die Phänomene der Gebirgsbildung auf's engste zusammen.

Vulkanische Erscheinungen. Ein Vulkan (oder „feuerspeiender Berg“) ist ein Berg, an welchem periodische Aus-

brüche (Eruptionen) wahrgenommen werden. Die Oeffnung am Gipfel oder an der Seite der vulkanischen Berge, durch welche die Ausbrüche stattfinden, heisst der Krater (Gipfelkrater und Seitenkrater) und das feste oder feurigflüssige Gesteinsmateriale, welches bei Ausbrüchen aus der Tiefe der Erde an die Oberfläche dringt und durch die Kraft der mit ausbrechenden Wasserdämpfe ausgeschleudert wird, oder bis an die Krateröffnung gehoben wird und aus dem Krater fliesst, nennt man Lava.

Die Form der meisten Vulkane ist die eines mehr oder weniger abgestutzten, auf seinem Gipfel vertieften Kegelberges, welcher durch die Auswurfsproducte und Lavaergüsse der Eruptionen allmälig aufgeschüttet oder aufgebaut ist.

Die Dimensionen der Vulkane sind so wie die Dimensionen der anderen Berge sehr verschieden. Der Winkel, unter welchem ihre Abhänge geböscht sind, schwankt zwischen 3° und 40°. Die Höhe ist bei allen thätigen Vulkanen eine wechselnde. Eine fortgesetzte mässige vulkanische Thätigkeit erhöht im allgemeinen den Berg durch die um den Krater sich anhäufenden Eruptions-Producte; bei sehr heftigen Ausbrüchen werden aber die Gipfel häufig zerstört, mit fortgeschleudert, oder sie sinken nach dem Ausbruch ein. Einige Vulkane der Anden von Südamerika gehören zu den höchsten Gipfeln der Erde, z. B. der Chimborazo erreicht 6320^{m}, der Sahama 6800^{m}, der Cotopaxi 5943^{m}; der Pic von Teneriffa ist 3615^{m} und der Aetna 3304^{m} hoch. Andere Vulkane hingegen erheben sich kaum 30 Meter über das umliegende Terrain.

Der Krater ist die obere, meist trichterförmig erweiterte Mündung des Canales, durch welchen die gasförmigen oder feurigflüssigen Massen aus der Tiefe bis zur Erdoberfläche gelangen, durch welchen also die Verbindung des vulkanischen Herdes mit dem Luftkreis, oder der Pyrosphäre mit der Atmosphäre stattfindet.

Die Dimensionen der Krater sind ausserordentlich ungleich und wechselnd; von einer schwachen Vertiefung am Gipfel des Vulkans bis zu schroffen, kesselförmigen Abgründen von mehr als 5 Kilometer Durchmesser sind alle Grössen vertreten. Der Krater des Vesuv misst 620 M., der des Stromboli 670, der des Aetna etwa 700, der des Popocatepetl 1700 und der Krater des Kilauea auf Hawaii etwa 5400 Meter im Durchmesser.

Das geschmolzene Gesteinsmateriale, welches in der Form von Lavaströmen ausfliesst, erstarrt an den Abhängen des Vulkans zu festem vulkanischem Gestein, und wird dann je nach seiner mineralogischen Zusammensetzung Basalt oder Trachyt genannt (Basaltlava, Trachytlava).

Die zerkleinerten, pulver- oder brockenförmigen Massen vulkanischen Gesteines, welche aus dem Schlunde vieler Vulkane durch die Gewalt von stark gespannten Wasserdämpfen emporgeblasen werden und auf den Vulkankegel niederfallen, werden je nach der Grösse ihres Kornes verschieden benannt. Die feinsten staubförmigen Eruptionsproducte nennt man vulkanische Asche. Gröbere Materialien, welche oft aus um und um aus-

gebildeten Krystallen bestehen (Augitsand des Stromboli), nennt man vulkanischen Sand. Haselnuss- bis wallnussgrosse Schlackenbrocken nennt man Rapilli oder Lapilli; faustgrosse bis über kopfgrosse, erstarrte Lavamassen, welche in Folge einer während des Fluges eintretenden rasch rotirenden Bewegung oft eine rundliche, keulenförmige oder ellipsoidische Gestalt haben, heissen vulkanische Bomben; noch grössere Stücke werden vulkanische Blöcke genannt. Mischt sich mit diesen losen Eruptionsproducten bei ihrer Ablagerung Wasser, so entstehen vulkanische Tuffe.

Da die vulkanischen Kegelgebirge aus dem Ausbruchsmateriale allmählig aufgeschüttet und aufgebaut sind, so bestehen sie aus abwechselnden, mehr oder weniger mächtigen, neben und übereinander gelagerten Lavaströmen, aus Lagen von losen Auswürflingen, welche oft wieder von senkrechten Lavagängen durchsetzt werden, und aus schichtenartig ausgebreiteten Tuffabsätzen.

Die senkrechten Lavagänge sind zum Theil Ausfüllungen von radial vom Krater ausstrahlenden Spalten. Auf solchen seitlichen oder radialen Spalten finden oft Nebeneruptionen statt, durch welche kleinere an den Abhängen des Hauptberges aufsitzende parasitische Kegel gebildet werden. Am Aetna z. B. sind alle bis jetzt bekannten Lavaergüsse aus seitlichen Spalten hervorgebrochen, und dieser Vulkan trägt gegen 700 parasitische Kegel.

Je nach dem vorherrschenden Material, aus welchen die Vulkankegel aufgebaut sind, kann man Lavakegel, Schlacken- oder Aschenkegel und Tuffkegel unterscheiden. Grössere Vulkane, welche ihren Aufbau wiederholten lange andauernden Eruptionsperioden verdanken, sind häufig in der Art zusammengesetzt, dass die Basis und der Fuss des ganzen vulkanischen Gerüstes ein flach ansteigender, geschichteter Tuffkegel ist. Seine Bildung bezeichnet die erste, häufig unterseeische Periode der vulkanischen Action. Auf dem Tuffkegel erhebt sich als zweiter Theil mit steilerem Böschungswinkel der gleichfalls geschichtete, aus radial gelagerten Lavaströmen und zwischengelagerten Aschen- und Schlackenschichten bestehende Lavakegel, das Product einer zweiten Eruptionsperiode, in welcher die vulkanische Thätigkeit ihre grösste Intensität erreichte. Den Gipfel des ganzen Gerüstes bildet endlich ein Aschen- und Schlackenkegel, der unter steilem Böschungswinkel lose aufgeschüttet ist und dessen Bildung häufig eine dritte und letzte Periode der vulkanischen Thätigkeit bezeichnet, in welcher es der Vulkan nur noch zu Aschenauswürfen gebracht hat.

Die vulkanischen Ringgebirge verdanken ihre Enstehung Einstürzen. Durch solche Einstürze, wie sie sich bei einigen Vulkanen auf Java in historischer Zeit ereignet haben, wird der Kegel bedeutend erniedrigt, so dass nur der Fuss desselben stehen bleibt, und dieser bildet nun einen ringförmigen Wall, der den grossen, durch den Einsturz erweiterten Krater umfasst. Durch neue Eruptionen kann dann ein neuer Kegel aufgebaut werden, der sich aus dem vulkanischen Ringgebirge erhebt.

Zu den interessantesten Formen von in dieser Art zusammengesetzten Vulkanen gehören der Vesuv, der Pic von Teneriffa, Barren-Eiland im bengalischen Meerbusen u. s. w. Der Vesuv gibt uns das Beispiel eines durch die historischen

Ausbrüche seit dem Jahre 79 n. Chr. entstandenen Vulkankegels, der an seiner Nordseite von dem Halbring eines in vorhistorischer Zeit entstandenen und in sich zusammengestürzten Kegels, der sog. Somma, umschlossen ist. Die ebene Fläche zwischen der inneren Steilwand der Somma und dem eigentlichen Vesuvkegel heisst Atrio del Cavallo. Diese Namen Atrium und Somma wendet man auch auf die entsprechenden Theile anderer zusammengesetzter Vulkane an.

In manchen vulkanischen Gegenden treten kesselartige Krater-Einsenkungen auf, welche entweder nur von einem ganz niedrigen Walle von Tuff und Bomben umgeben sind oder selbst diesen entbehren, und nie zum Ausflusspunkte von Laven geworden sind. Sie besitzen meist kreisförmige Umrisse, sind sehr häufig mit Wasser angefüllt und bilden dann regelmässige nur selten mit einem Zu- oder Abfluss versehene Seebecken. Man bezeichnet sie als Kesselkrater oder Maare (die Maare der Eifel).

Vulkanische Ausbrüche finden nicht nur auf dem Festland, sondern auch auf dem Meeresgrunde statt. Viele durch submarine Ausbrüche gebildete Vulkankegel können wegen der bedeutenden Tiefe der Meere die Oberfläche derselben gar nicht erreichen, während andere dieselbe hoch überragen (wie die Insel Vulcano unter den Liparen und die grossen Vulkaninseln der Südsee).

Es gibt auch ringförmige Vulkaninseln, welche ein mehr oder weniger kreisförmiges Meeresbecken umschliessen, z. B. St. Paul im Indischen Ocean und Santorin im griechischen Archipel. Hier erhebt sich in der Mitte des unterseeischen Kraterbodens (Atriums) in Folge einer neuerlichen Eruptionsepoche seit 1866 ein neuer centraler Kegel, der Georgs-Vulkan, mit sehr lebhafter vulkanischer Thätigkeit. Solche Inselvulkane können sich gegen die zerstörende Kraft der Wogen nur halten, wenn sie durch solide Lavamassen gefestigt sind. Bestehen sie hingegen nur aus vulkanischem Schutt, so sind sie von sehr vergänglicher Natur. So wurde z. B. die im Jahre 1831 im mittelländischen Meere zwischen Sicilien und Pantellaria entstandene vulkanische Insel Ferdinandea, die unter fortwährender Eruption bis zu 72 Meter Höhe gewachsen war, nach halbjährigem Bestehen von den Wogen des Mittelmeeres wieder hinweggespült.

Die Vulkane sind nicht in fortwährender Thätigkeit, sondern die Eruptionen erfolgen periodisch nach längeren oder kürzeren Pausen, während deren die vulkanische Thätigkeit mehr oder weniger ruht. Vulkanische Kegelberge, an welchen, so lange menschliche Nachrichten zurückreichen, kein Ausbruch stattgefunden hat, bezeichnet man als erloschen im Gegensatze zu jenen, von deren Eruptionsthätigkeit wir Kunde besitzen und die wir thätige Vulkane nennen.

Man hat viele Vulkane lange Zeit für erloschen gehalten, bis endlich wieder eine Eruption stattfand. So hielten die alten Römer den Vesuv für einen ganz erloschenen Vulkan, bis im Jahre 79 nach Chr. jene furchtbare Eruption stattfand, bei welcher Herculanum, Stabiä und Pompeji verschüttet wurden.

Die gewöhnlichsten Merkmale vulkanischer Thätigkeit sind die Exhalationen von Gasen und Dämpfen. Die Hauptrolle spielt der Wasserdampf, der oft zischend und brausend aus den Klüften und aus dem Krater des Vulkanes hervordringt und

dann die aus dem letzteren aufsteigende Dampfsäule bildet, welche das weithin sichtbare Kennzeichen eines thätigen Vulkanes ist.

Neben Wasserdampf liefern die Vulkane noch Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, Schwefeldampf, Wasserstoff, Chlorwasserstoff, Kohlensäure, Borsäure u. s. w. in vielfach wechselndem Gemenge. Die Anwesenheit der Salzsäure erklärt auch das Vorkommen von allerlei flüchtigen Chloriden, wie Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorkupfer, Chlorblei, Eisenchlorid, Eisenchlorür u. s. w., aus welchen unter Einwirkung von Schwefelsäure auf die Laven und Schlacken des Kraters wieder eine Reihe von Sulfaten entsteht, wie Glaubersalz, Bittersalz, Gyps, Eisenvitriol. Aus der Zersetzung des Eisenchlorids mittelst Wasserdampf bei hoher Temperatur bildet sich Eisenglanz, der am Vesuv so schön vorkommt.

Steigert sich die Thätigkeit zu einem ungewöhnlichen Grade, so tritt der Vulkan in den Zustand der Eruption.

Die Vorläufer einer Eruption sind anfangs schwache, dann immer heftiger werdende Erbebungen des Bodens, dumpfes, unterirdisches Rollen und Donnern, das Versiegen der Quellen, das Austrocknen der benachbarten Brunnen, das oft plötzliche Schmelzen des Schnees, welcher manche Vulkangipfel bedeckt etc. Der in Zeiten der Ruhe verschlossene Schlund des Kraters zerberstet und aus dem Schlunde steigt dann eine ungeheuere schwarze Rauchsäule gegen Himmel, die sich an ihrem oberen Ende zu einer flachen Wolke ausbreitet (Pinie) und in der Nacht die Gluth der im Krater enthaltenen Lavamassen wiederspiegelt, so dass sie wie eine Feuersäule erscheint.

Diese Rauchsäule besteht aus Aschen, Lapillis und Bomben, welche von dem massenhaft hervorbrechenden Wasserdampf mit in die Höhe gerissen werden. Die Bomben und Lapillis fallen bald wieder zurück, die Aschen werden aber hoch emporgetragen und von den Winden oft auf grosse Entfernungen, selbst von 100 Meilen und mehr fortgeführt. Der Wasserdampf hebt sich auch oft als besondere weisse Säule von der dunklen Aschensäule ab, beide steigen aber ausserordentlich hoch, oft in Höhen von mehr als 10.000 Fuss über dem Krater. Die ungeheuren Dampfmassen verdichten sich zu schweren Gewitterwolken und strömen dann als gewaltige Platzregen auf den Vulkan und dessen Abhänge nieder.

Der Aschenregen, das Getöse und Erdbeben erreicht seinen Höhepunkt gewöhnlich kurz vor dem Augenblicke, in welchem entweder aus dem Krater selbst oder aus Spalten, welche sich am Abhange des Vulkans bilden, die Lava hervorbricht und in Form von Strömen am Bergabhang herabfliesst. Die Lava fliesst ungefähr mit derselben Leichtigkeit wie geschmolzenes Eisen oder Glas.

In engem Zusammenhange mit den Vulkanen stehen die Mofetten, Solfataren, Fumarolen, heissen Quellen und Schlammvulkane. Diese Erscheinungen treten fast ausschliesslich in vulkanischen Gegenden auf und sind nicht selten

die Begleiter oder die Nachwirkungen von heftigerer vulkanischer Thätigkeit.

Mofetten nennt man Kohlensäuregas-Quellen, wie sie hauptsächlich in vulkanischen Gegenden auftreten. Vermöge seiner grösseren Dichte hält sich das tödtliche Gas in den Vertiefungen des Bodens, in Grotten, Thälern u. s. w. unvermischt mit der Luft. Thiere, welche zufällig in die Gasschichte gerathen, werden dadurch betäubt und sterben.

Am bekanntesten ist die Mofette der Hundsgrotte in den phlegräischen Feldern bei Neapel, wo dem Besucher die tödtliche Wirkung der Kohlensäure an dem Hund des Wächters der Grotte vor Augen geführt wird. In der Umgebung des Laacher Sees, in der Eifel und in der Auvergne sind solche Mofetten überaus häufig. Eine grossartige Entwicklung von Kohlensäure findet auch in der Umgebung von Marienbad in Böhmen statt.

Solfataren nennt man Dampfquellen, die ein Gemisch von Wasser- und Schwefeldämpfen (oder auch von Schwefelwasserstoff oder schwefliger Säure) zu Tage fördern, und an deren Ausströmungsstellen sich Schwefel absetzt.

Die vulkanischen Gebiete von Island, von Java und von Neu-Seeland sind reich an Solfataren, da diese Erscheinung hauptsächlich in den Kratern erloschener oder thätiger Vulkane im Zustande der Ruhe stattfindet. Viel besucht sind die Solfataren in dem erloschenen Krater von Puzzuoli bei Neapel.

Fumarolen sind Gasquellen, bei welchen Wasserdampf das vorwaltende Material der Exhalationen bildet. Der Wasserdampf ist häufig das Vehikel auch für andere flüchtige Stoffe, z. B. für Chlorverbindungen, schweflige Säure, Borsäure etc.

Reich an Fumarolen ist besonders Oberitalien und die Nordinsel von Neu-Seeland.

Die heissen Quellen sind den Fumarolen nahe verwandt. Sie fördern aber das Wasser nicht in Dampfform zu Tage, sondern in bereits condensirtem Zustande, jedoch immer noch bei einer dem Siedepunkte nahen Temperatur. Sie finden sich nur in vulkanischen Gegenden. Besonders grossartig treten sie auf Island, auf der Nordinsel von Neu-Seeland und im Felsengebirge Nordamerika's nahe dem Ursprunge des Yellowstone- und Missouri-Flusses auf. Man hat in diesen Gebieten wieder zu unterscheiden: heisse Quellen ohne periodische Eruptionen und periodische Springquellen. Die ersteren sind meist Schlamm- und Schwefelquellen, oder mit heissen Quellen durchzogene Solfataren, bei welchen das trübe Wasser oder der Schlamm in fortwährender brodelnder Bewegung ist. Die heissen Quellen mit periodischen Eruptionen lassen in bestimmten Zeitintervallen ein heftigeres Aufwallen wahrnehmen, wobei sich die Bewegung bis zu förmlichen Wassereruptionen steigert. Diese Quellen haben ein neutral oder schwach alkalisch reagirendes krystallklares Wasser und enthalten bedeutende Mengen von Kieselsäure aufgelöst, die sich

beim Verdunsten des Wassers als Kieselsinter niederschlägt und jene Sprudelschalen und Sprudelröhren bildet, durch deren Bau der mechanische Vorgang der Periodicität der Ausbrüche bedingt ist. Man nennt solche Springquellen nach der bekanntesten derselben Geysir.

Der grosse Geysir auf Island entspringt auf einem flachen Kegel von Kieselsinter, der 25—30′ hoch ist und gegen 200′ Durchmesser hat. Auf dem Gipfel befindet sich ein rundes, flaches Bassin, in dessen Grunde sich eine 9′ weite, regelmässige, schachtartige Röhre gegen 70 Fuss in die Tiefe senkt. Die grossen Eruptionen treten alle 24 bis 30 Stunden ein. Nach jeder Eruption steht der Wasserspiegel 3—6 Fuss tief in der Röhre und zeigt eine Temperatur von 76—89° C., während in den tiefsten erreichbaren Theilen der Röhre eine Temperatur von 122—127° C. herrscht. Für jede Zone der in der Geysir-Röhre stehenden Wassersäule ist aber während der Ruhezeit des Geysir's die Temperatur niedriger als der dem Drucke entsprechende Siedegrad dieser Zone. Sobald nun in einer mittleren oder oberen Region der Wassersäule durch allmäliges Steigen der Temperatur in Folge des von unten zuströmenden Wasserdampfes, der der Druckhöhe entsprechende Siedegrad erreicht ist, wird sich alsbald eine Wasserschichte in Dampf verwandeln und das darüber lagernde Wasser in einer ersten Aufwallung aus der Röhre herausschleudern. Dadurch werden die unteren Wassermassen, welche sich gewissermassen im Siedeverzug befinden, entlastet, verwandeln sich ebenfalls theilweise in Dampf und geben eine zweite, stärkere Wassereruption, welcher auch wohl noch eine dritte und vierte folgt, bis in der ganzen Wassermasse das Gleichgewicht zwischen Temperatur und Wasserdruck wieder hergestellt ist. Bei diesen grossen Eruptionen wird oft eine heisse Wassersäule von 9 Fuss Dicke 80—100 Fuss hoch ausgeschleudert. Meistens gehen denselben aber in Zeiträumen von circa $1\frac{1}{2}$ Stunden mehrere kleinere Eruptionen voran, wobei das Wasser nur 9—10 Fuss hoch aufwallt.

Die heissen Quellen von Neu-Seeland zeichnen sich besonders durch ihre schönen Kieselsinter-Terrassen aus (Tetarata am Rotomahana auf der Nordinsel von Neu-Seeland).

Schlammvulkane (oder nach einer sicilianischen Localität ihres Vorkommens Makaluben genannt) sind ihrer äusseren Erscheinung nach kleine, kegelförmige Hügel; sie bestehen aus einer Anhäufung von thonigem Schlamm, welcher in breiartigem Zustande periodisch ausbricht und dadurch kleine Kegel mit kraterähnlichen Oeffnungen bildet, die oft in grosser Zahl neben einander vorkommen.

Die heissen Schlammvulkane, wie sie z. B. auf Island, in Central-Amerika und auf der Nordinsel von Neu-Seeland vorkommen, stehen mit den Erscheinungen des Vulkanismus im engsten Zusammenhang. Häufig sind sie nichts anderes als schlammige Fumarolen oder Solfataren.

Erdbeben sind Erschütterungen grösserer oder kleinerer Theile der Lithosphäre. Die Erschütterung ist die Folge eines Stosses, der durch verschiedene Ursachen, die ihren Sitz in der Lithosphäre haben, erzeugt wird; sie pflanzt sich nach den allgemeinen Gesetzen der Wellenbewegung in den Gesteinsmassen nach allen Richtungen fort, bis sie endlich erstirbt.

Die Fortpflanzung des Stosses erleidet durch die Verschiedenheit der Gebirgsgesteine mancherlei Störungen und Unregelmässigkeiten. Wenn die sich fortpflanzende

Erschütterung die Erdoberfläche erreicht, entstehen hier ganz eigenthümliche Bewegungs-Erscheinungen. Lose Gegenstände werden fortgeschnellt, wie bei einer Stossmaschine die letzte Billardkugel, Gebäude stürzen zusammen, Felsmassen lösen sich los, im Boden entstehen Risse und Sprünge, Spalten öffnen und schliessen sich wieder, der Boden hebt oder senkt sich, Quellen versiegen, andere verstärken sich wieder u. s. w.

In Bezug auf die Art der Bewegung an der Oberfläche unterscheidet man succussorische (aufstossende), undulatorische (wellenförmig schwankende) und rotatorische (im Kreise drehende) Bewegungen. Apparate, mittelst welcher man die Art und die Richtung der stattgehabten Bewegung bestimmen kann, heissen Seismographen[1]) oder Seismometer, d. h. Erdbebenmesser.

Zu den besonderen Erscheinungen, welche oftmals mit Erdbeben verbunden sind, gehören: Schallphänomene, wie unterirdisches Getöse, das als ein Brausen, Rasseln, Rollen oder Donnern gehört wird, elektrische Lichterscheinungen, Ausströmungen von Dämpfen, Gasen u. dgl. Bei den Seebeben oder submarinen Erdbeben fühlen die Schiffe auf dem Meere den Stoss, als ob sie auf den Grund gerathen wären, wobei jedoch nur ein einfaches Erzittern der Wassermasse bemerkt wird. Erfolgt der Stoss dagegen in Küstengegenden, wie in Lissabon 1755 oder in Peru 1868, so entsteht durch die seitliche Reaction der festen Küstenböschung gegen die auflagernde Wassermasse, in derselben Weise, wie wenn man an den Rand einer mit Wasser gefüllten Schüssel stösst, eine Wellenbewegung, die sich nach allen Seiten hin über die Meeresfläche oft bis an die entferntesten Küsten fortpflanzt und hier ein oft mehrmaliges periodisches Steigen und Fallen des Wasserspiegels veranlasst. Man hat diese Erscheinung als Erdbebenfluth bezeichnet, sie wurde z. B. nach dem Erdbeben von Peru im August 1868 auf den Inseln und an den Küsten des Pacifischen Oceans in Australien und in Japan beobachtet.

Erdbeben kommen in vulkanischen und in nicht vulkanischen Gegenden vor. Aus der Statistik der Erdbeben glaubt man eine gewisse Abhängigkeit derselben von den Jahreszeiten und von den Mondphasen erkannt zu haben, die jedoch sehr der Bestätigung bedarf. Die Erdbeben sind mit Rücksicht auf die Gesammtoberfläche unseres Planeten eine sehr häufige und ganz gewöhnliche Naturerscheinung, die in früheren Erdperioden ebenso und wahrscheinlich noch viel intensiver als heutzutage aufgetreten ist, und mit der stets Dislocationen in den Schichten der Erde verbunden sind.

Die Ursachen der Erdbeben sind wahrscheinlich sehr verschieden. Zum Theil mögen es Hohlräume oder Auflockerungen der festen Erdrinde, durch die unterirdische Thätigkeit des Wassers oder durch vulkanische Agentien verursacht, sein, welche Verschiebungen, Senkungen und Einstürze und dadurch Erschütte-

---

[1]) gr. *seisma*, Erschütterung.

rungen zur Folge haben. Viele Erdbeben mögen ihre Ursache in allgemein terrestrischen Vorgängen haben, nämlich in der allmälig nach innen fortschreitenden Abkühlung und Zusammenziehung des Erdinnern, und stehen dann mit den allgemeinen Phänomenen der Hebung und Senkung des Bodens in Zusammenhang.

Die **Hebungen und Senkungen des Bodens,** welche sich über ganze Länderstrecken ausdehnen, lassen sich hauptsächlich an den Küsten der Meere deutlich verfolgen. Sie sind von zweierlei Art und geschehen entweder plötzlich oder allmälig.

Die plötzlichen Hebungen und Senkungen erscheinen häufig als die directe Wirkung der Erdbeben. So erlitten z. B. die Küstenstriche Chile's im Jahre 1750 eine von Erdbeben begleitete Hebung von 8 Meter. Die allmäligen oder säcularen Hebungen und Senkungen des Bodens erfolgen dagegen so langsam, dass ihre senkrechte Wirkung im Laufe eines Jahrhundertes meist nur wenige Fuss beträgt. Zu diesen Erscheinungen gehört z. B. die langsame Hebung der ganzen skandinavischen Halbinsel, das allmälige Sinken des gesammten Bodens, auf welchem die Korallenriffe im Grossen und Indischen Ocean sich aufgebaut haben u. s. w.

Oft erfolgt auch in verhältnissmässig kurzer Zeit die Bodenbewegung in entgegengesetzter Richtung. Die Ruinen des Serapistempels bei Puzzuoli am Golf von Neapel liefern den Beweis, dass sich dort in christlichen Zeiten der Boden zuerst gesenkt und dann wieder gehoben hat. Drei 13·3 Meter hohe Marmorsäulen, welche noch stehen, zeigten nach Wegräumung des vulkanischen Schuttes die Oberfläche des untersten, bedeckten Theiles bis zu 4 Meter Höhe glatt und unverletzt, dann aber innerhalb einer 3 Meter hohen Zone von zahlreichen Löchern von Bohrmuscheln angebohrt. Die obere Partie der Säulen war wieder ganz unverletzt. Der Fussboden des Gebäudes liegt jetzt ungefähr 0·3 Meter unter dem Niveau des Hochwassers. Nach der Erbauung des Serapistempels hat sich nach einer 4 Meter hoch reichenden Verschüttung der Säulen der ganze Landstrich so weit gesenkt, dass die Säulen im Ganzen 7 Meter tief unter das Meeresniveau kamen und von den Bohrmuscheln angebohrt werden konnten. Dann hob sich die Küste wieder, so dass der Fussboden heute wieder nur 0·3 Meter unter dem Hochwasser liegt.

Die Ursachen für die Hebungen und Senkungen des Bodens sind wahrscheinlich dieselben, wie die Ursachen vieler Erdbeben und hängen mit dem allgemeinen Processe allmäliger Abkühlung und Contraction des Erdinnern und der Fortbildung der Lithosphäre auf das Innigste zusammen.

Gebirgsbildung. Die Lithosphäre ruht nicht auf einer festen Unterlage, sondern auf der feurig-flüssigen Pyrosphäre, welche in einem fortschreitenden Processe der Abkühlung begriffen ist und in Folge dessen sich beständig mehr und mehr zusammenzieht. Die Lithosphäre muss dieser allmäligen Volumsverminderung des Erdinnern folgen und immer mehr gegen den Erdmittelpunkt hin sinken. Hierbei entstehen nothwendig seitliche

Stauungen und Pressungen, welche je nach der Grösse und der Richtung der seitlich wirkenden Kräfte und nach der localen Beschaffenheit der Gesteine von verschiedener Wirkung sein können. Durch solche Stauungen und Pressungen sind vielfach Dislocationen oder allmälige Faltungen und Aufrichtungen der Gesteinsschichten bedingt, wie wir sie in den Gebirgen beobachten, und in welchen wir die Hauptursache der Gebirgsbildung zu suchen haben, die als ein seit den ältesten geologischen Perioden ununterbrochen bis heute fortdauernder terrestrischer Vorgang zu betrachten ist.

Die Entstehung der Gebirge ist daher allerdings der Einwirkung des Erdinnern auf die Lithosphäre zuzuschreiben; allein diese Einwirkung äussert sich nicht sowohl in einer von unten nach oben wirkenden, hebenden Kraft, als vielmehr in horizontal wirkenden, pressenden und schiebenden, und dadurch Faltungen in der Lithosphäre hervorrufenden Kräften. Die Gebirge sind in ihrer heutigen Gestalt auch nicht mit einem Male gebildet, sondern nach und nach während der langen Zeiträume verschiedener geologischer Perioden. Die äussere Modellirung der Gebirgsketten und Thäler ist aber hauptsächlich den Wasser- und Eiswirkungen zuzuschreiben.

3. Lebenswirkungen.

Die durch das Leben der Pflanzen und Thiere bedingten geologischen Erscheinungen oder die geologischen Wirkungen der Biosphäre sind sehr mannigfaltiger Art.

Die organischen Wesen brauchen zu ihrer Existenz Stoffe der Atmosphäre (Sauerstoff, Kohlensäure), der Hydrosphäre (Wasser) und der Lithosphäre (Aschensalze, unorganische Bestandtheile eines jeden Lebewesens). Von besonderer Wichtigkeit ist aber der hauptsächlich aus der Kohlensäure der Luft und des Wassers aufgenommene Kohlenstoff, der in allen organischen Verbindungen die Hauptrolle spielt, einen Hauptbestandtheil der fossilen Kohlen und der Kalksteine (Calciumcarbonat) ausmacht und einem Kreislauf unterliegt.

Kreislauf des Kohlenstoffes. Die Pflanzen nehmen die Kohlensäure durch die Blätter und Wurzeln auf und verarbeiten dieselbe mit Hilfe ihrer grünen, chlorophyllhaltigen Theile (besonders der Blätter) zuerst zu Stärke und dann zu den Bildungsstoffen ihres Zellgewebes. So wird der Kohlenstoff in dem Pflanzenleibe aufgespeichert und geht nun einem dreifachen Schicksale entgegen. 1. Die Pflanzen unterliegen dem Verwesungs- und Verbrennungsprocess, ihre Substanz zerfällt in Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, und der Kohlenstoff kehrt als Kohlensäuregas wieder in die Luft zurück. 2. Der Pflanzenkörper wird von Schlamm und Erdschichten bedeckt und vermodert. Bei diesem Vermoderungsprocess verwandelt er sich in Kohle (Steinkohle, Braunkohle), die, als fossiles Brennmaterial gewonnen, nach der Verbrennung gleichfalls wieder der Atmosphäre als Kohlensäure zurückgegeben wird. 3. Der dritte Weg endlich führt durch den Thierleib. Die

Thiere nähren sich direct oder indirect von Pflanzenstoffen. Von dem so aufgenommenen Kohlenstoff wird der grösste Theil durch den Athmungsprocess und die Excremente wieder ausgeschieden und schliesslich als Kohlensäure der Luft zurückgegeben, ein Theil aber wird im Skelet, besonders in den Kalkschalen der niederen Thiere, als kohlensaurer Kalk aufgespeichert, und trägt nach dem Ableben der Thiere, da wo sich die Kalkskelete dieser Thiere zu grösseren Massen ansammeln, zur Gesteinsbildung bei.

Die durch die **Pflanzen** vermittelten Gesteinsbildungen nennt man phytogene[1]) Bildungen, und es gehören hierher hauptsächlich die fossilen Kohlen (S. 141 u. S 142).

Auch die Kieselguhr oder die sog. Infusorienerde (S. 143) ist pflanzlichen Ursprungs. Sie besteht aus den zierlichen, mikroskopischen Kieselskeletten der Diatomaceen oder Spaltalgen, welche die in sehr geringer Menge im Wasser gelöste Kieselsäure an ihrer Körperoberfläche ausscheiden und so ihre Kieselpanzer bilden, die oft in ausserordentlicher Menge abgelagert sind und als eine magere, weisse Erde erscheinen.

Die durch die **Thiere** vermittelten Gesteinsabsätze nennt man zoogene[2]) Bildungen. Für dieselben sind besonders die Kalkgerüste der niederen Thiere: der Rhizopoden (Foraminiferen), Anthozoen, Echinodermen und Mollusken wichtig. Diesen niederen Thieren verdanken wir die Bildung der meisten Kalksteine.

Die kalkbildende Thätigkeit der Foraminiferen ist sehr bedeutend, da sie es besonders sind, welche enorme Areale des tiefsten Meeresbodens, den man bis vor Kurzem für todt und unbelebt hielt, bevölkern und hier mächtige Ablagerungen eines förmlichen Kalkschlammes bilden. Diese Tiefsee-Ablagerungen bestehen aus ca. 85 Procent kalkiger Foraminiferen-Schalen und zwar vorzüglich von Globigerina, Textilaria, Biloculina und Cristellaria. Fast eine noch grössere gesteinsbildende Bedeutung als heute besassen die Foraminiferen in der Vorzeit. (Nummulitenkalk, Amphisteginenkalk, S. 140.)

Die Mollusken und Echinodermen sorgen in ganz ähnlicher Weise wie die Foraminiferen für die Ausscheidung des kohlensauren Kalkes aus dem Meere, da sie seiner zur Herstellung ihrer Gehäuse, Schulpen und Schalen bedürfen. Viele von ihnen leben in so ausserordentlicher Individuen-Anzahl gesellig nebeneinander, dass sie auf dem Meeresboden und auf Felsbänken dichtgedrängte Haufen, sogenannte Muschelbänke bilden, und dass die Schalen der todten Thiere, zu Millionen an den Küsten angeschwemmt oder auf dem Boden flacher Meerestheile abgelagert, die Bildung von mächtigen Kalksteinbänken veranlassen. (Crinoiden-Kalke, Ammoniten-Marmor u. s. w.)

Das grossartigste Beispiel der Kalksteinbildung in der Jetztwelt bieten uns die riffbildenden Korallenthiere. Ihre Thätigkeit fällt am meisten in die Augen; sie ist aber an einen gleichmässigen Salzgehalt des Meeres, an eine Temperatur, die nie unter 20° C. fällt, und mithin an unsere tropischen Meere gebunden.

Die Korallenbildungen oder die Korallenriffe unterscheidet man als: 1. Küstenriffe, welche sich unmittelbar an die Küsten der Inseln oder des Festlandes anschliessen und in der Regel nur dort unterbrochen sind, wo Flüsse mit süssem Wasser in's Meer münden. Zu dieser Art von Riffen gehören die

---

[1]) gr. *phytogen*, durch Pflanzen entstanden; [2]) *zoogen*, durch Thiere entstanden.

Korallenbauten des Rothen Meeres, sowie jene Riffe, welche die Insel Ceylon, die Nicobaren im Indischen Ocean, die westindischen Inseln, die Halbinsel Florida u. s. w. einsäumen.

2. Damm- oder Wall-Riffe. Sie sind vom Festlande durch einen mehr oder weniger breiten Canal getrennt und ziehen sich den Küsten der Inseln und Continente entlang, wie künstliche Hafendämme, die von Zeit zu Zeit unterbrochen sind und einen Eingang frei lassen von der offenen See in die zwischen dem Riff und dem Festlande liegenden Lagunen und Wassercanäle. Da diese durch das Riff vor dem Wellengange der offenen See geschützt sind, so bieten sie die sichersten und schönsten natürlichen Häfen dar. Fast alle hohen Inseln der Südsee, die Carolinen, Neu-Caledonien, die Fidschi- und Samoa-Inseln, die Gesellschafts-Inseln (Tahiti) u. s. w. sind von solchen Wallriffen umgeben und verdanken ihnen ihre vortrefflichen Häfen. Sie erreichen oft eine ausserordentliche Breite und Länge. Das grösste Wallriff, „Great Barrier" genannt, erstreckt sich an der Nordostküste von Australien, allerdings mit einigen Unterbrechungen auf eine Länge von 250 geogr. Meilen und liegt oft 10—12 geogr. Meilen von der Küste entfernt.

3. Lagunenriffe oder Atolls. So heissen die in sich zurücklaufenden Riffe, die im allgemeinen die Form eines eckig verbogenen Ringes haben und eine Salzwasserlagune umschliessen. Zu dieser Art von Riffen gehören die Korallen-Inseln im engeren Sinne, jene niederen Ring-Inseln, deren höchste vom Wasser nicht überflutheten Theile nur 2—4 Meter über das Niveau der Fluth sich erheben. Die Breite der Riffe beträgt in der Regel nicht mehr als 1000—1200 Meter. Nach aussen fällt das Riff ausserordentlich steil ab in den tiefen Ocean, so dass die grössten Schiffe dicht heranfahren können. Nach innen dacht es sanfter ab, und das von ihm eingeschlossene, seichte Salzwasserbecken, die Lagune, deren ruhiger Wasserspiegel gegen das aussen heftig brandende Meer einen eigenthümlichen Gegensatz bildet, ist der Sammelplatz von Seesäugethieren, Fischen und Seethieren aller Art.

Im Pacifischen Ocean gibt es gegen 300 solcher Atolls; der Paumotu-Archipel allein zählt 70—80, auch in der Gruppe der Carolinen und in der Radak-, Ralik- und Kingsmill-Gruppe sind Atolls überaus häufig. Zu den grössten Atoll-Inseln gehören die Laccadiven und Malediven im Indischen Ocean.

Die Formen der riffbauenden Korallen sind sehr mannigfaltig. Früher glaubte man, dass die Steinkorallen aus den grössten Tiefen des Oceans ihren Bau gleichsam wie eine Mauer in die Höhe führen; allein die Beobachtung ergab, dass die riffbauenden Korallenthiere in grösseren Tiefen als 100 Fuss nicht mehr leben.

Darwin hat die Bildung der Korallenriffe erklärt und hat nachgewiesen, dass Küstenriff, Dammriff und Atoll mit einander sehr enge zusammenhängen. Jedes Korallenriff muss ursprünglich ein Küstenriff gewesen sein, dessen Bau innerhalb einer Meerestiefe von 100 Fuss begann. Wenn nun die von Küstenriffen umgebenen Inseln langsam tiefer und tiefer sinken, wie dies bei den Inseln des Grossen und Indischen Oceans der Fall ist, so werden die Korallenthiere, welche auf eine bestimmte Meerestiefe angewiesen sind, nach oben bauen, um sich so in dem ihnen angemessenen Niveau zu erhalten. Die nach der Seeseite sitzenden Korallen finden dort eine bessere Nahrung, einen zuträglicheren Standpunkt für ihre Entwicklung als die dem Lande zugekehrten, und so bildet sich mit der Zeit zwischen dem sinkenden Inselberg und dem Riff ein Canal; aus dem Küstenriff wird ein Dammriff. Bei fortdauerndem Sinken wird endlich die Central-Insel gänzlich unter den Wellen verschwinden und nur noch das ringförmige Riff überbleiben; das Dammriff wird zum Atoll werden.

II. Abtheilung.

Specielle Geologie.

Die specielle Geologie beschäftigt sich mit der Zusammensetzung, dem Bau und der Bildung der festen Erdkruste, sie zerfällt demgemäss in drei Abschnitte: Petrographie, Geotektonik und Stratigraphie (S. 105).

A. Petrographie

oder die

Lehre von den Gesteinen oder Gebirgsarten.

Unter Gesteinen oder Gebirgsarten (auch Felsarten) versteht man das Material, aus welchem die Lithosphäre im Grossen und Ganzen zusammengesetzt ist. Mit dem Wort: Gestein oder Gebirgsart ist nicht nothwendig der Begriff des Festen und Felsartigen verbunden, denn es gibt auch lockere und weiche Gebirgsarten, wie z. B. Sand und Thon. Das Material zur Bildung der Gesteine wird in erster Linie vom Mineralreich geliefert, indem die meisten Gesteine aus Mineralien und Mineralgemengen bestehen, in zweiter Linie vom Thier- und Pflanzenreich, da es auch Gesteine gibt, welche nicht blos einzelne organische Reste eingeschlossen enthalten, sondern ganz aus solchen gebildet sind. Man unterscheidet daher minerogene, phytogene und zoogene Gesteine.

Die minerogenen Gesteine sind einfach oder gleichartig (homogen), wenn sie aus einem einzigen Mineral bestehen, wie Quarzfels, Kalkstein, Steinsalz; gemengt oder ungleichartig (heterogen), wenn sie aus mehreren Mineralien, die man Gemengtheile nennt, zusammengesetzt sind, wie z. B. der Granit, welcher aus Quarz, Feldspath und Glimmer besteht.

Von den Bestandtheilen der zoogenen und phytogenen Gesteine und ihrer Bildung war schon in der ersten Abtheilung (S. 127) die Rede.

Nach dem Gefüge oder nach der Structur hat man zwei grosse Gruppen von Gesteinen zu unterscheiden: die krystallinischen und die klastischen Gesteine.

Krystallinische Gesteine sind solche, bei welchen die einzelnen Bestandtheile wie bei den krystallinischen Aggregaten mit einander verwachsen sind, wo also kein besonderes Bindemittel vorhanden ist. Nach der Grösse des Kornes, das sehr verschieden sein kann, unterscheidet man: grobkörnig oder makrokrystallinisch, feinkörnig oder mikrokrystallinisch und verborgenkrystallinisch oder kryptokrystallinisch

dicht). Beispiele sind: Grobkörniger Granit (Riesengranit, Pegmatit), feinkörniger Granit (wie der Wiener Pflasterstein) und dichter Basalt.

Besitzen die krystallinischen Gesteine eine richtungslose Structur (Massivstructur) wie der Granit, so nennt man sie krystallinische Massengesteine, zeigen sie dagegen Parallelstructur, d. h. sind die einzelnen Bestandtheile in gewissen parallelen Lagen angeordnet, wie beim Gneiss, so nennt man sie krystallinische Schiefergesteine.

Schiefrige Gesteine lassen sich nach einer Richtung leichter theilen, als nach der andern (Hauptbruch, Querbruch). Die Schieferung ist jedoch nicht identisch mit der Schichtung (S. 131).

Amorphe Gesteine gibt es nur sehr wenige, z. B. Obsidian und Pechstein.

Die **klastischen** Gesteine oder Trümmergesteine (S. 113) haben, wenn sie fest sind, ein Bindemittel. Nach der Grösse der Trümmer unterscheidet man makroklastische Gesteine oder Psephite [1]) (Conglomerate und Breccien), mikroklastische Gesteine oder Psammite [2]) (Sandsteine) und kryptoklastische Gesteine oder Pelite [3]) (Thongesteine).

Auch nach ihrer Entstehung zerfallen die Gesteine in zwei Hauptgruppen: In die Eruptivgesteine, welche auf feurigem Wege gebildet sind, und in die Sedimentgesteine, deren Bildung auf wässerigem Wege vor sich gegangen ist.

Zu den **Eruptivgesteinen** (Durchbruchs- oder Erstarrungs-Gesteinen) gehören jene Gesteine, deren Natur darauf hindeutet, dass sie in ähnlicher Weise, wie die Laven unserer heutigen Vulkane aus den Tiefen der Erde als schmelzflüssige, mit überhitztem Wasser vermengte Massen an die Erdoberfläche durchgebrochen und hier erstarrt sind. Sie haben stets krystallinische Massenstructur und werden daher auch krystallinische Massengesteine genannt.

Die älteren Eruptivgesteine, wie Granite, Syenite, Grünsteine und Porphyre werden auch als plutonische Gesteine bezeichnet, die jüngeren, wie Trachyte und Basalte, als vulkanische.

Sedimentgesteine (Absatz-Gesteine) sind solche, deren Material sich als ein Bodensatz aus dem Wasser abgelagert hat. Sie können ein krystallinisches oder klastisches Gefüge haben, je nachdem sie durch chemische Niederschläge aus dem Wasser gebildet worden oder durch die mechanischen Wirkungen des Wassers entstanden sind.

Zu den ersteren sind die krystallinischen Schiefergesteine zu rechnen.

---

[1]) gr. *psephos*, Gesteinsblock, kleiner Stein. [2]) gr. *psámmos*, Sand. [3]) gr. *pelós*, Thon, Schlamm.

Die Sedimentgesteine sind geschichtet. Unter Schichtung versteht man die plattenförmige oder bankförmige Uebereinanderlagerung der Gesteinsmassen, wie sie die Folge des Absatzes oder der Ablagerung in aufeinanderfolgenden Zeiträumen ist.

Beschreibung der wichtigsten Gesteine.

I. Die Eruptivgesteine oder die krystallinischen Massengesteine.

A. Die feldspathführenden krystallinischen Massengesteine.

a) Plutonische Gesteine.	**1. Granit-Gruppe.**		**2. Grünstein-Gruppe.**	
	Granit.	Syenit.	Diorit.	Diabas.
	3. Porphyr-Gruppe.		**4. Melaphyr-Gruppe.**	
	Quarzporphyr.	Porphyrit.	Melaphyr.	Augitporphyr.
b) Vulkanische Gesteine.	**5. Trachyt-Gruppe.**			**6. Basalt-Gruppe.**
	Quarztrachyt.	Trachyt.	Andesit.	Basalt.
Mineralogische Zusammensetzung.	Quarz	Quarz zum Theil		Kein Quarz
	Orthoklas, Sanidin		Labradorit	
		Oligoklas		
	Glimmer	Hornblende		Augit
Dichte	$2._5$—$2._7$		$2._7$—$3._2$	
Farbe	licht, häufig röthlich		dunkel	
Structur	makro- und mikrokrystallin., häufig glasartig, selten kryptokrystallinisch		häufig kryptokrystallinisch und mandelsteinartig	
Chemische Zusammensetzung	SiO_2 80—60 Al_2O_3 8—16 FeO, Fe_2O_3 } $0._5$—4	K_2O 6—3 Na_2O 1—5 CaO $0._5$—2 MgO $0._5$—2	SiO_2 60—45 Al_2O_3 10—20 FeO, Fe_2O_3 } 4—20	K_2O 3—$0._5$ Na_2O 6—1 CaO 2—12 MgO 2—12

B. Die **Olivingesteine**: Olivinfels, Lherzolith, Dunit, Pikrit, Serpentin.

1. Granit-Gruppe.

Zur Granit-Gruppe gehören die ältesten und am weitesten verbreiteten krystallinischen Massengesteine.

Granit [1]) ist ein grob- bis feinkörniges Gemenge von Feldspath (meist Orthoklas), Quarz und Glimmer. Der Feldspath

[1]) lat. *granum*, das Korn.

ist gewöhnlich vorherrschend. Der Glimmer kann in allen seinen Arten (S. 80) im Granite vorkommen und auch durch Talk, Chlorit, oder theilweise durch Hornblende ersetzt werden.

Das Vorkommen des Granits ist von zweifacher Art: als Gebirgsgranit und als Ganggranit. Der Gebirgsgranit bildet grosse, stockförmige Massen, die als Centralmassen oder Centralstöcke der Gebirge auftreten, z. B. in den Alpen (Montblanc, Gotthard u. s. w.), in den Karpathen (die Hohe Tatra), im Riesengebirge, im Erzgebirge und Karlsbader Gebirge, im Fichtelgebirge, Böhmerwald, Harz u. s. w. Ganggranite bilden mehr oder weniger untergeordnete gangförmige Massen (S. 145) entweder im Granit oder in anderen Gesteinen, wie im Gneiss, Glimmerschiefer u. s. w. und kommen grob- bis feinkörnig vor.

Einige der wichtigsten Varietäten von Granit sind:

Der porphyrartige Granit mit eingewachsenen grossen Orthoklas-Krystallen (Karlsbader Zwillingen) im Karlsbader Gebirge bei Elbogen und Karlsbad.

Der Wiener Pflasterstein ist ein grauer oder gelblicher Granit von feinem Korn mit einzelnen grösseren Orthoklas-Krystallen. Er wird in zahlreichen Steinbrüchen zwischen Linz und Krems an der Donau, hauptsächlich bei Mauthhausen, gebrochen.

Der Granitit ist ein Granit mit vorherrschend rothem Orthoklas, weissem oder grünlichem Oligoklas, Quarz, Magnesiumglimmer und häufig etwas Hornblende; er kommt vor im Erzgebirge, bei Baveno am Lago maggiore, in Egypten bei Assuan (Syene); von hier stammt der röthliche Granit (rother orientalischer Granit), welchen die alten Egypter zu ihren Obelisken, und zu ihren Tempelbauten verwendet haben.

Der Protogin (Alpengranit oder Centralgranit) mit Talk als theilweisem Stellvertreter des Glimmers, in den Alpen am Montblanc, St. Gotthard u. s. w. Der Pegmatit oder Riesengranit mit ausserordentlich gross entwickelten Krystallen, oft mit Turmalin, Epidot, Granat, Beryll, Topas und anderen Mineralien; bei Theusing im Karlsbader Gebirge, Wottawa im Böhmerwald, Zwiesel, Bodenmais im baierischen Wald. Der Schriftgranit mit regelmässiger Durchwachsung der einzelnen Feldspath- und Quarz-Individuen, so dass letztere auf den Bruchflächen eckige, schriftähnliche Zeichen bilden; ausgezeichnet zu Bodenmais in Baiern, Lomnitz im Riesengebirge, bei Pressburg etc.

Syenit [1]) ist ein Gemenge aus Orthoklas und Hornblende, manchmal auch mit Oligoklas, schwarzem Glimmer und Quarz, in welchem als Uebergemengtheil (accessorischer Gemengtheil) bisweilen Zirkon (Zirkonsyenit) vorkommt. Typischer Syenit tritt bei Dresden im Plauenschen Grunde auf. Ausserdem kommt Syenit vor im Erzgebirge, in Mähren zwischen Brünn und Blansko, in den Vogesen u. s. w.; er bildet aber selten Stöcke von solcher Ausdehnung wie der Granit.

Granit und Syenit zeichnen sich gleich sehr durch Härte, Politurfähigkeit, Tragfähigkeit und Wetterbeständigkeit aus. Sie haben eine quader- oder pfeilerförmige Absonderung und liefern die grössten Werkstücke und Monolithe; sie sind

[1]) Der Name Syenit würde nach der Localität Syene (Assuan) in Egypten gegeben. Das rothe, granitische Gestein von Syene ist aber ein Granitit, kein eigentlicher Syenit.

daher in der Monumental-Architektur schon seit den ältesten Zeiten (bei den Egyptern) in Anwendung.

2. Grünstein-Gruppe.

Die hierher gehörigen Gesteine haben in Folge ihres Gehaltes an Hornblende, Augit und anderen Mineralien, welche in grünlichen Varietäten auftreten, häufig eine dunkelgrüne Farbe, daher der Name der ganzen Gruppe.

Diorit[1]) ein deutlich körniges bis kryptokrystallinisches Gemenge von Oligoklas und Hornblende. Er findet sich im mährischen Gesenke, in den Sudeten, im Erzgebirge, auf Corsica (Kugeldiorit mit sphäroidischer Structur) u. s. w.

Glimmerdiorit besteht aus Oligoklas, Hornblende und Magnesiumglimmer. Er kömmt in gangförmigen Massen im Böhmerwalde und im Karlsbader Gebirge vor, auch in Egypten zwischen Assuan und der Insel Phylae (sog. schwarzer Porphyr). Aus diesem Materiale haben die alten Egypter ihre schwarzen Götterstatuen gearbeitet.

Diabas[2]), ein körniges bis fast dichtes Gemenge von Labrador und Augit. In Deutschland kommt er vor im Harz, in Nassau, Sachsen, dem Fichtelgebirge; in Böhmen bei Kuchelbad unweit Prag u. a. O.

Wegen seiner Schönheit und seiner vielfachen architektonischen Verwendung ist besonders der porphyrartige Diabas (Diabasporphyr) wichtig. Er enthält in einer dunkelgrünen, fast dichten Grundmasse grössere lichte Feldspathkrystalle und ist unter dem Namen grüner Porphyr (Porfido verde) bekannt. Diorit und Diabas geben ein vorzügliches Strassenbaumateriale.

3. Porphyr-Gruppe.[3])

Die in diese Gruppe gehörigen Gesteine zeichnen sich durch eine besondere Structur aus, welche darin besteht, dass in einer dichten Grundmasse grössere Krystalle (Einsprenglinge) eingewachsen liegen. Man nennt diese Structur die Porphyr-Structur.

Quarzporphyr oder Felsitporphyr mit lichter, häufig röthlicher Grundmasse, in der Quarz- und Orthoklas-Krystalle eingesprengt sind. Er bildet häufig sehr mächtige, deckenförmige (S. 143) Massen, wie in Südtyrol bei Botzen, in Sachsen bei Leipzig und Halle oder er tritt in Kuppen auf, wie am Thüringerwald.

Die amorphe, glasartige (hyaline) Ausbildung der Felsitporphyrmasse heisst Pechstein, und kommt bei Meissen und im Tribisch-Thal in Sachsen vor.

Porphyrit mit dunkler, braunrother oder brauner Grundmasse und darin eingesprengten Krystallen von Oligoklas, seltener von Hornblende oder Glimmer. Er findet sich in Sachsen, im Thüringerwald, in Skandinavien und in Egypten am Gebel-

---

[1]) gr. *diorizo*, ich unterscheide. [2]) gr. *diabasis*, Uebergang. [3]) gr. *porphyra*, Purpur wegen der meist rothen Farbe der hieher gehörigen Gesteine.

Dokhan, wo im Alterthume der geschätzte rothe Porphyr (Porfido rosso antico) von den Römern gebrochen wurde.

Die Porphyre sind schwer bearbeitbar. Aber die schöne Politur, deren sie fähig sind, und ihre Wetterbeständigkeit veranlassen eine sehr mannigfaltige Verwendung in der Architektur und zu monumentalen Zwecken. — Grosse Porphyrschleifereien zu Elfdalen in Schweden.

4. Melaphyr-Gruppe.

Zur Melaphyr-Gruppe [1]) gehören dunkle, schwarze Gesteine, häufig mit Porphyrstructur (die schwarzen Porphyre).

Melaphyr, ein Gemenge aus Oligoklas und Augit mit mehr oder weniger Magneteisen. In untergeordneten Massen ziemlich verbreitet, so am Fusse des Riesengebirges bei Starkenbach, Semil u. a. O. in Böhmen, am südlichen Hundsrück, am Harz, im Thüringerwald, bei Zwickau in Sachsen u. s. w.

Der Melaphyr zeigt häufig Mandelsteinstructur, eine Structur, welche auf Blasenräume zurückzuführen ist, die sich beim Erstarren des Gesteines bildeten und nachträglich mit Mineralien (Quarz, Achat, Zeolithen u. s. w.) ausgefüllt wurden. Daher das Vorkommen der schönen Achatmandeln in den Melaphyrgebieten, z. B. am Kosakowberg bei Turnau in Böhmen, am Galgenberg bei Oberstein und Idar im Fürstenthum Birkenfeld. Bei der Verwitterung der Mandelsteine bleiben die Ausfüllungsmassen als kugelige Knollen (Geoden) lose übrig.

Augitporphyr aus Augit und Labradorit bestehend, der Augit oft in grösseren Krystallen porphyrartig ausgeschieden. Er kömmt in Südtyrol (Seisser-Alpe), Oesterr.-Schlesien u. a. O. vor.

Die Gesteine der Melaphyr-Gruppe liefern vorzügliches Materiale zum Strassenbau.

5. Trachyt-Gruppe. [2])

Die Gesteine dieser Gruppe zeichnen sich durch die rauhe Beschaffenheit ihrer Masse aus. Meistens sind sie lichtfarbig, weiss, grau, gelblich, röthlich oder grünlich.

Quarztrachyt, ein Gemenge aus Quarz, Sanidin, Glimmer und Hornblende; **Trachyt** im engeren Sinne, ein Gemenge von Sanidin, Oligoklas, Hornblende und Glimmer; **Andesit**, ein Gemenge aus Oligoklas mit Hornblende oder Augit. Diese Gesteine sind in ihrem Vorkommen nicht strenge getrennt. Sie bilden in vielen Gegenden einzelne Gänge, Ströme und Bergkuppen, aber auch ganze Gebirge. Die interessantesten trachytischen Gebirge, welche oft noch deutlich die vulkanische Thätigkeit, durch welche sie gebildet wurden, verrathen, finden sich in Ungarn (die Gebirge von Schemnitz und Kremnitz, von Visegrad, die Matra, die Hegyalja u. s. w.) und Siebenbürgen (die Hargitta); ferner am Rhein (Siebengebirge), in der Auvergne, in Oberitalien (die Euganeen) u. s. w.

---

[1]) gr. *melas*, schwarz. [2]) gr. *trachys*, rauh.

Der Andesit ist namentlich in Südamerika sehr verbreitet und setzt die Riesenvulkane der Anden, wie den Chimborazo, den Cotopaxi, Antisana u. s. w. zusammen; spielt aber auch in den ungarischen und siebenbürgischen Trachytgebirgen eine grosse Rolle.

Phonolith oder Klingstein, ein plattenförmig sich absonderndes und in dünnen Platten beim Schlage hellklingendes Gestein mit grünlichgrauer, Sanidin und Nephelin führender Grundmasse, in welcher häufig Sanidin und Hornblende eingewachsen vorkommen. Er findet sich in Böhmen (Mileschauer, Borzen bei Bilin, Teplitzer Schlossberg u. s. w.), in Frankreich (Cantal, Mont Dôre u. s. w.).

Obsidian, Pechstein und Perlit sind glasartige oder emailartige (hyaline) Gesteine von analoger chemischer Zusammensetzung wie die Trachyte. Der Bimsstein ist eine schaumig aufgeblähte, faserige oder rundblasige Glasmasse wie der Obsidian. Diese hyalinen Abarten der trachytischen Gesteine sind fast über alle vulkanischen Gegenden verbreitet, z. B. auf den griechischen Inseln (Santorin), auf den liparischen Inseln, auf Island u. s. w. Die Trachyte liefern gute Bausteine, und werden auch zur Pflasterung (z. B. in Budapest) verwendet. Die cavernösen[1] Quarz-Trachyte liefern vorzügliche Mühlsteine (in Ungarn und Siebenbürgen).

6. Basalt-Gruppe.[2]

In diese Gruppe gehören dunkelfarbige bis schwarze Gesteine, welche sich durch eine säulenförmige oder prismatische Absonderung, die oft mit der erstaunlichsten Regelmässigkeit der Säulenbildung auftritt, auszeichnen.

Dolerit[3] ist ein körniges Gemenge von Labradorit, Augit und Magneteisen. Der Labradorfeldspath kann auch durch Nephelin, Leucit und andere verwandte Mineralien vertreten werden, (Nephelindolerit, Leucitophyr u. s. w.). Feinkörniger Dolerit wird auch Anamesit genannt. Die altvulkanischen Gegenden Böhmens, Frankreichs (Auvergne), Schottlands, Irlands u. s. w. sind Fundorte dieser Gesteine.

Basalt nennt man Gesteine von der Zusammensetzung des Dolerits, aber mit kryptokrystallinischer Grundmasse, in der oft Krystalle oder Körner von Augit, Hornblende, Magnesiumglimmer und Olivin eingewachsen vorkommen. Nach der Zusammensetzung der Grundmasse unterscheidet man Feldspath-, Nephelin- und Leucit-Basalte.

Zahlreiche Varietäten des Basaltes kommen mit Mandelsteinstructur vor und enthalten dann oft Hohlräume, die mit Zeolithen und anderen Mineralien ausgefüllt sind.

Der Basalt ist ein sehr verbreitetes vulkanisches Gestein. Er bildet Gänge, Lager, Decken, Kuppen und setzt auch ganze Gebirgsgruppen zusammen. Seine Hauptgebiete sind in Frankreich die Auvergne, in Mitteldeutschland die Eifel, der Westerwald,

---

[1] lat. *cavernosus*, löcherig. [2] *Basaltes*, bei Plinius. [3] gr. *dolerós*, trügerisch.

das Vogelsgebirge, die Rhön, in Nord-Böhmen das Leitmeritzer und Duppauer Mittelgebirge. Berühmt durch ihre schönen Säulenbasalte ist die Nordküste von Irland (der Riesendamm bei Antrim) und die Insel Staffa mit der Fingalsgrotte an der Westküste von Schottland.

Die Basalte sind ein geschätztes, durch Härte, Festigkeit und Dauer ausgezeichnetes Baumaterial, welches zum Strassenbau, Wasserbau und Hochbau verwendet wird.

7. Gruppe der Olivingesteine.

Gesteine, die wesentlich aus **Serpentin** oder aus körnigem **Olivin** bestehen, mit mehr oder weniger Chromeisen, Chrom-Diopsid, bisweilen auch mit etwas Feldspath, Hornblende und Magneteisen, z. B. der Dunit von Neu-Seeland, der Lherzolith der Pyrenäen, der Pikrit aus der Gegend von Teschen in Oesterr.-Schlesien.

Die meisten Serpentine sind wohl spätere Umwandlungsproducte von Olivingesteinen.

II. Die Sediment-Gesteine.

a) Die krystallinischen Sediment-Gesteine.

1. Gneiss-Gruppe.

Gneiss, ein körnig-schiefriges Gemenge von Orthoklas (mit oder ohne Oligoklas), Quarz und Glimmer (Kalium- und Magnesium-Glimmer).

Die Bestandtheile sind dieselben wie beim Granit; der Unterschied beruht hauptsächlich auf der schiefrigen Structur. So wie beim Granit kann auch beim Gneiss der Glimmer theilweise oder ganz durch Talk, Hornblende, Graphit u. s. w. ersetzt werden.

Die Verbreitung des Gneisses ist ungemein gross. Er bildet die Hauptmasse des Urgebirges der Erde (S. 152), setzt einen grossen Theil der Centralalpen, des Böhmerwaldes, des Erzgebirges, der Sudeten, des Schwarzwaldes u. s. w. zusammen und ist in Skandinavien, Schottland, Brasilien, Canada u. s. w. weit verbreitet.

Abarten von Gneiss sind: Augengneiss oder porphyrartiger Gneiss. In der schiefrigen Grundmasse treten einzelne grössere Orthoklaskrystalle hervor, um welche sich die Schieferung herumschmiegt. Charakteristisch bei Schwarzenberg im Erzgebirge, Redwitz im Fichtelgebirge. Granitgneiss mit nur undeutlich schiefriger Textur, dadurch in Granit übergehend. Hieher gehört der rothe Gneiss des Erzgebirges und der Central-Gneiss der Alpen.

Hornblendegneiss mit charakteristischer Beimengung von Hornblende. Protogingneiss mit Talk oder Chlorit an Stelle des Glimmers. In den Alpen neben Protogingranit. Graphitgneiss mit Graphit an der Stelle des Glimmers, bei Passau an der Donau, im südlichen Böhmen.

Granulit oder Weissstein, ein feinkörniges, schiefriges Gemenge von Orthoklas, Oligoklas und Quarz mit eingestreuten kleinen Granaten und häufig auch mit Cyanit. Der Granulit setzt in Sachsen (bei Mittweida), in Nieder-Oesterreich (Göttweih und St. Pölten), in Böhmen (das Planskergebirge bei Krumau) ziemlich ausgedehnte elliptische Gebiete zwischen anderen krystallinischen Schiefergesteinen zusammen.

Gneiss und Granulit können in gleicher Weise als Baumaterial verwendet werden. Die mehr körnigen Varietäten lassen sich als Quader behauen, die schiefrigen Varietäten liefern Steinplatten für Treppen, Trottoirs u. s. w.

2. Glimmerschiefer-Gruppe.

Glimmerschiefer, ein schiefriges Gemenge von vorherrschendem Glimmer mit Quarz. Sehr häufig enthält er Granat. Die Farbe des Gesteines richtet sich nach der Farbe des in ihm enthaltenen Glimmers. Der Glimmerschiefer bildet wie der Gneiss einen Hauptbestandtheil des Urgebirges; so in den Alpen, im Erz- und Riesengebirge, den Sudeten, im Fichtelgebirge, auf der skandinavischen Halbinsel u. s. w.

Quarzschiefer oder Quarzit, ein schiefriges Gemenge von vorherrschendem Quarz mit wenig Glimmer; häufig in der Tauernkette der Alpen. Eine besondere Varietät ist der Itakolumit [1]) von Brasilien, ein körnig-schiefriges Gemenge von Quarz, Glimmer und Talk oder Chlorit, in dünnen Platten mehr oder weniger elastisch-biegsam, daher auch Gelenkquarz genannt. Er ist bisweilen goldhältig und soll das Muttergestein der brasilianischen Diamanten sein. Chloritschiefer aus Quarz und Chlorit bestehend, in der Regel mit zahlreichen accessorischen Mineralien, wie Magneteisen, Granat, Turmalin etc. In der Centralkette der Alpen (Zillerthaler Alpen) sehr verbreitet. Talkschiefer, vorherrschend aus Talk bestehend, mit mehr oder weniger Quarz, Chlorit, Glimmer u. s. w.; bei Mautern in Steiermark rein weiss, zu Gestellsteinen verwendet.

Hornblendeschiefer oder Amphibolschiefer, ein Gemenge von Hornblende mit geringen Mengen von Feldspath, Quarz und braunem Glimmer. Ein in den krystallinischen Schiefergebirgen sehr verbreitetes Gestein, das häufig mit Gneiss und Glimmerschiefer wechsellagert.

Eklogit, ein Gemenge von grünlicher Hornblende mit Granat und bisweilen mit Disthen. Ein prachtvolles, zu ornamentalen Zwecken gut verwendbares Gestein; Saualpe in Kärnthen, Bacher in Steiermark, am Fichtelgebirge.

3. Phyllit-Gruppe.

Phyllit oder Urthonschiefer nennt man kryptokrystallinische Schiefer von feinerdigem bis krystallinisch-glimmerigem Aussehen, welche den Uebergang vom Glimmerschiefer zum klastischen Thonschiefer bilden. Sie bestehen hauptsächlich aus Quarz, Feldspath und Glimmer (Gneissphyllit) oder aus Hornblende und Feldspath (Hornblendephyllit). Der Phyllit findet sich besonders

[1]) Itakolumit nach dem Berge Itakolumi in Brasilien.

in den Salzburger-, Steiermärker- und Tyroler-Alpen, im Erz- und Fichtelgebirge, in den Ardennen, Cevennen etc.

Vom klastischen Thonschiefer unterscheidet sich der Phyllit durch seinen seidenartigen Glanz und durch eine fast nie fehlende, feine Fältelung auf den Schichtflächen.

4. Gruppe der einfachen krystallinischen Sediment-Gesteine.

Hieher gehören jene Mineralien, welche gesteinsbildend auftreten. Die wichtigsten derselben sind: Quarz als Quarzfels und Kieselschiefer, Kalkspath als Urkalk (krystallinischer Marmor), Kalktuff oder Travertin, ferner als Kalksinter (Stalaktiten und Stalagmiten), körniger Magnesit und Dolomit, Graphit als Graphitschiefer, Steinsalz, Anhydrit, Gyps.

Die Gesteine der Gneiss-, Glimmerschiefer- und Phyllit-Gruppe nebst Quarzfels, Urkalk, Magnesit und Graphit bilden die Gruppe der krystallinischen Schiefergesteine, welche auch als metamorphische Gesteine bezeichnet werden, da viele Geologen der Ansicht sind, dass diese Gesteine keine ursprünglichen (primitiven) Bildungen sind, sondern aus mechanischen Sedimenten erst durch allmälige Umwandlung unter Einfluss von Wasser, Druck und Wärme sich gebildet haben.

b) Die klastischen Sedimentgesteine.

1. Gruppe der Psephite.

Breccien bestehen aus eckigen Bruchstücken (Trümmern) anderer Gesteine, welche durch ein Bindemittel verbunden sind (Quarzbreccien, Gneissbreccien, Porphyrbreccien u. s. w.).

Conglomerate bestehen aus abgerundeten Geschieben oder Geröllen, welche durch ein Bindemittel verbunden sind.

Das Bindemittel der Psephite kann ein kalkiges, thoniges oder kieseliges sein.

2. Gruppe der Psammite oder Sandsteine.

Die **Sandsteine** bestehen meistentheils aus Quarzsand mit mehr oder weniger Glimmerbeimengung. Nach der Beschaffenheit des Bindemittels unterscheidet man thonige, kieselige, eisenschüssige, kalkige Sandsteine.

In der Regel bezeichnet man die Sandsteine nach den Formationen, in welchen sie vorkommen, z. B. als Kreide- oder Quader-Sandstein (nördl. Böhmen), Bunt-Sandstein, Rothliegend-Sandstein, Kohlen-Sandstein u. s. w., bisweilen auch nach Localitäten, wie Wiener-Sandstein, Karpathen-Sandstein u. s. w.

Die verschiedenen Arten der Psephite und Psammite liefern das mannigfaltigste und vorzüglichste Material für Bauzwecke; harte, grobkörnige Sandsteine liefern vortreffliche Mühlsteine, feinkörnige Sandsteine lassen sich als Schleifsteine verwenden.

3. Gruppe der Pelite oder Thongesteine.

Sie sind aus thonigem Schlamm erhärtete Gesteine. Nach dem Grade der Erhärtung unterscheidet man:

Thonschiefer, hart und steinartig, ausgezeichnet schiefrig, in dünne Platten spaltbar.

Dachschiefer und Tafelschiefer von Waltersdorf in Mähren, Meltsch, Dorf Teschen u. a. O. in Schlesien, Dillenburg im Nassauischen, Angers in Frankreich, Bangor in England (N. Wales) etc. Griffelschiefer, in einzelne Stifte spaltbar, bei Sonneberg im Thüringerwald.

Schieferthon, weicher, weniger ausgezeichnet schiefrig, an der Luft zerfallend.

Kohlenschiefer, durch kohlige Beimengung dunkelgrau bis schwarz, oft so kohlenreich, dass er brennt (Brandschiefer).

Thon, Letten oder Lehm, im feuchten Zustand mehr oder weniger plastisch.

Tegel nennt man die plastischen Thone der Tertiärablagerungen bei Wien; Löss den kalkhaltigen, manchmal auch sandigen Thon der diluvialen Ablagerungen.

4. Gruppe der vulkanischen Trümmergesteine.

Vulkanische Tuffe und **Conglomerate.** Sie bestehen aus mehr oder weniger fest verbundenen Anhäufungen von vulkanischen Ausschleuderungsproducten (S. 118) und werden je nach der Natur des Gesteinsmaterials, aus dem sie gebildet sind, unterschieden in trachytische, basaltische und phonolitische Tuffe und Conglomerate. Bimssteintuff (Pausiliptuff von Neapel) besteht hauptsächlich aus Bimsstein. Trass ist ein Localname für die Bimssteintuffe im Laacher See-Gebiet am Rhein.

5. Gruppe der losen Trümmergesteine.

Gebirgsschutt, kantige, unregelmässige Gesteinstrümmer, wie sie aus der Verwitterung und Abbröckelung der Felsen hervorgehen. Gebirgsschutt von kleinerem Korn bezeichnet man als Gesteinsgrus (Granit-, Dolomitgrus).

Gerölle, Gesteinsstücke von walzenförmiger oder cylindrischer Form. Sie bilden sich hauptsächlich am Meeresstrande und erhalten ihre Gestalt durch das Hin- und Herwogen der Wellen in der Brandung, durch eine rollende Bewegung.

Geschiebe sind flache Gesteinsstücke mit abgerundeten Kanten, welche die ihnen eigenthümliche, keilförmige Gestalt der schiebenden Fortbewegung in Flussbetten verdanken.

Sand, eine lockere Anhäufung von kleineren oder grösseren Mineralkörnern, meistens von Quarz, aber auch von Glimmer,

von Kalk, Hornblende, Feldspath und anderen Mineralien (Edelsteinsand, Goldsand, Magneteisensand).

c) *Die zoogenen Sedimentgesteine.*

1. Gruppe. Kalksteine.

Dichter, **massiger Kalkstein**, kommt in den verschiedensten Farben vor und wird in der Architektur als bunter Marmor sehr häufig verwendet. Solche Marmore finden sich besonders schön in den Alpen, am Untersberge bei Salzburg (gelblich), bei Ischl, Hallstadt, Adneth, Hallein (meist rothe Marmore) u. s. w.

Dichter, schiefriger Kalkstein ist in der Regel thonhältig. Er liefert lithographische Steine, Fussbodenplatten u. s. w. Weltberühmt sind die grossen Steinbrüche von Solenhofen und Eichstädt an der Altmühl in Baiern (Solenhofener oder Kehlheimer Platten).

Mergel sind verschiedenartige Gemenge von Thon mit Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat. Kalkmergel, wenn das Calciumcarbonat im Ueberschuss vorhanden ist; Thonmergel, wenn der Thon vorwaltet; dolomitische und sandige Mergel, wenn sie Magnesiumcarbonat oder feinen Quarzsand enthalten; Cementmergel, ein Kalkmergel, welcher durch einfaches Brennen und Pochen hydraulischen Kalk liefert.

Erdiger Kalkstein. Dahin gehört die weisse Schreibkreide, welche auf der Insel Rügen, auf Seeland, in Frankreich und England vorkommt.

Von den Korallenkalken und den verschiedenen Muschelkalken war schon in der allgemeinen Geologie (S. 127) die Rede.

Zu den letzteren gehört der Hauptbaustein von Wien, der sogen. Leithakalk. Man unterscheidet zwei Hauptvarietäten: Nulliporenkalk, hauptsächlich von einer Kalk absondernden Alge, *Nullipora ramosissima* und von eingelagerten Schalentrümmern gebildet. Er wird gewonnen in den Steinbrüchen bei Wöllersdorf und Brunn am Steinfeld, am Leithagebirge bei Mannersdorf, im Kaisersteinbruch; bei Zogelsdorf am Rand des böhmisch-mährischen Massivs; Amphisteginenkalk aus Foraminiferenschalen (hauptsächlich von Amphistegina Haueri) gebildet. Er ist weniger hart und fest als der Nulliporenkalk. Steinbrüche bei St. Margarethen am Neusiedler-See, Loretto am Leithagebirge etc.

2. Gruppe. Bonebed-Schichten.

Darunter versteht man Gesteinsschichten, welche vorwiegend aus Wirbelthierresten und zwar Knochen, Zähnen, Schuppen, fossilen Excrementen (Koprolithen)[1] u. s. w. zusammengesetzt sind.

---

[1] gr. *kopros*, Koth.

d) *Die phytogenen Sedimentgesteine.*

1. Gruppe. Anthracite oder fossile Kohlen.

Anthracit.[1] (bitumenfreie Steinkohle), schwarz mit schwarzem Strich. Er enthält 85—96 Perc. Kohlenstoff und wenig Aschenbestandtheile.

Varietäten sind: Gemeiner Anthracit, sammtschwarz mit unvollkommenem Metallglanz und muscheligem Bruche; graphitartiger Anthracit, eisenschwarz, abfärbend.

Der Anthracit ist im Feuer unschmelzbar, verbrennt nur bei starkem Luftzuge und brennt ohne Flamme; er liefert aber unter allen Kohlen den höchsten Wärme-Effect. Die Anthracit-Vorkommnisse in Oesterreich sind von keiner Bedeutung. Das Hauptvorkommen ist in Nordamerika im Staate Pennsylvanien und im Staate Rhode Island; mehr untergeordnet in Süd-Wales in England und bei Schönfeld in Sachsen. Sehr reiche Anthracitlager hat auch China.

Schwarzkohle. (Steinkohle, bituminöse Steinkohle), schwarz mit schwarzem Strich. Sie enthält 75—85 Perc. Kohlenstoff mit wechselndem Aschengehalt.

Varietäten der Schwarzkohle: Glanzkohle und Pechkohle, je nach dem grösseren oder geringeren Glanze. Es ist dies die häufigste Varietät der Schwarzkohle, spröde, leicht zerbrechlich, mit grossmuscheligem Bruche. Russkohle oder Faserkohle, seidenglänzend, abfärbend, wie Holzkohle. Sie bildet dünne Schichten zwischen der Glanz- und Pechkohle und ist als Kennzeichen echter Schwarzkohle zu betrachten. Cannelkohle[2]) ist eine sehr bitumenreiche Pechkohle. Sie besitzt matten Wachsglanz, tiefschwarze Farbe und ist nicht spröde, sondern zähe. Daher lässt sie sich drechseln, poliren und zu allerlei Schmuckgegenständen verarbeiten. Sie ist zur Leuchtgasbereitung vorzüglich geeignet.

Nach dem Verhalten im Feuer unterscheidet man: Backkohle, welche in der Hitze erweicht, so dass ihr Pulver bei der trockenen Destillation (Leuchtgasdestillation) wieder zu einer harten, compacten Masse (Coaks) zusammenbackt. Diese Kohle dient vorzüglich zur Leuchtgas- und Coaks-Bereitung; Sinterkohle, welche in der Hitze nur unvollkommen backt und keine festen Coaks-Stücke liefert; Sandkohle, deren Pulver in der Hitze gar nicht backt.

Die Schwarzkohle kömmt so wie der Anthracit in mehr oder weniger mächtigen Schichten, den sog. Kohlenflötzen vor. Die wichtigsten Steinkohlenlager in Oesterreich-Ungarn sind: in Böhmen die beiden grossen Kohlenbecken von Schlan-Rakonitz und von Pilsen, und das Schatzlarer Kohlenrevier, welches seine Fortsetzung in preussisch Schlesien hat; in Schlesien und Mähren das Becken von Ostrau, ein Theil des grossen oberschlesischen Kohlenbeckens, von welchem noch ein grosser Theil bei Jaworzno im Krakauer Gebiet wieder auf österreichisches Gebiet reicht; in Ungarn die Schwarzkohlen von Fünfkirchen und von Steierdorf, und endlich eine Reihe von Vorkommnissen am

---

[1]) gr. *anthrax*, Kohle. [2]) engl. *candle*, Licht.

Nordfusse der Alpen. Die drei bedeutendsten Kohlenbecken Deutschlands sind das oberschlesische Kohlenbecken, das Saar-Kohlenbecken und das Kohlenrevier an der Ruhr. Die grössten Kohlenlager Europa's besitzt England. Den grössten Kohlenreichthum der Welt besitzt Nordamerika, dessen Kohlenfelder ein Areale bedecken, welches grösser ist als das deutsche Reich. Die nächstgrössten Kohlenfelder besitzt China.

Braunkohle, meist mit schwarzer Farbe aber mit braunem Strich. Kohlenstoff-Gehalt 44—75 Perc., gewöhnlich mit viel Aschenbestandtheilen. Die Braunkohle brennt mit langer, russender Flamme.

Abarten von Braunkohle sind: Glanzkohle, schwarz, spröde, oft mit Glasglanz, nicht abfärbend (daher auch Salonkohle genannt); Pechkohle, pechschwarz, spröde, aber mit mattem, pechähnlichem Glanze; gemeine Braunkohle, schwarzbraun mit mattem, fettglänzendem Bruch, Uebergänge in Lignit bildend; Lignit (holzige Braunkohle), Farbe und Strich braun, Kohlenstoffgehalt 44—57 Perc., Aschengehalt gewöhnlich sehr hoch; zeigt sehr deutlich Holzstructur und lässt sich auch wie Holz bearbeiten. Der meiste Lignit stammt von Coniferenhölzern.

Die wichtigsten Braunkohlenlager in Oesterreich-Ungarn sind, von Glanzkohle: Salesl bei Aussig in Böhmen, Leoben, Eibiswald in Steiermark, Trifail in Krain, Häring in Tirol; von gemeiner Braunkohle und Pechkohle: das Saazer und Falkenauer Kohlenbecken in Böhmen; von Lignit: das Köflacher Becken in Steiermark, das Wolfsegger Becken in Ober-Oesterreich u. s. w.

Torf ist ein Aggregat von verschiedenen, im langsamen Verkohlungsprocesse befindlichen Pflanzentheilen. Er ist in der Regel ungemein reich an Aschenbestandtheilen.

Einige Abarten von Torf sind: Pechtorf, eine schwarze, compacte Masse. Er bildet in der Regel die untersten Partien der Torflager und ist im getrockneten Zustande der Pechkohle sehr ähnlich. Fasertorf besteht aus deutlichen unter einander verwebten Pflanzenfasern mit wenig homogener Substanz. Seine Farbe ist licht- oder rothbraun. Nach den an der Torfbildung hauptsächlich Antheil nehmenden Pflanzen unterscheidet man: Moostorf, Rasentorf, Haidetorf, Holztorf.

2. Gruppe. Kohlenwasserstoffverbindungen oder Bitumen.

Asphalt (Erdpech, Judenpech), eine schwarze, fettglänzende Masse von bituminösem Geruche, welche bei niederer Temperatur fest ist, leicht schmilzt und mit russender Flamme brennt. D = 1·2.

Der Asphalt findet sich in Lagern in den secundären und tertiären Formationen. Er dient zur Darstellung von Kitten, zu Strassenpflaster und zum Belegen von Dächern (Dachpappe).

Bergwachs (Ozokerit), roth- oder grünlichbraun bis gelb,

wachsartig weich; reiche Vorkommnisse in Galizien bei Drohobiz und Boryslaw.

Ozokerit wird hauptsächlich zu Beleuchtungsstoffen (Petroleum, Paraffin etc.) verarbeitet. Er kömmt gewöhnlich mit Petroleum vor.

Petroleum[1]) (Steinöl, Naphta), flüssig, gelb, braunroth, oft deutlich grün fluorescirend. D = 0·7—0·9.

Petroleum findet sich in Schiefern und Sandsteinen der Tertiärformation und dringt an vielen Stellen, oft mit Wasser zugleich, aus der Erde hervor. Der vorzüglichste Fundort in Europa ist die Gegend von Boryslaw in Galizien. In grosser Menge findet es sich in Pennsylvanien und Canada in Nordamerika. Es wird durch fractionirte Destillation gereinigt und allgemein zur Beleuchtung verwendet.

3. Gruppe. Kieselguhre oder Infusorienerden.

Es sind dies magere, weisse Erden, welche aus den Kieselskeletten von Diatomaceen (Spaltalgen) bestehen. (S. 127.)

B. Geotektonik

oder die

Lehre von der Lagerung der Gesteine und dem Gebirgsbau.[2])

In Bezug auf die **Lagerung** der Gesteine unterscheidet man normale Lagerung oder Auflagerung und abnorme oder durchgreifende Lagerung.

Die Auflagerung (normaler Gesteinsverband) ist das normale Lagerungsverhältnis der Sedimentgesteine; eine Gesteinsschichte nimmt ihre Stelle über der anderen ein. Eine grössere Anzahl von übereinander liegenden Schichten nennt man ein Schichtensystem, und die Dicke einer einzelnen Schichte oder auch eines ganzen Schichtensystems bezeichnet man durch den Ausdruck „mächtig“, man sagt z. B. „diese Gesteinsbank ist so viel Meter mächtig.“

Einzelne Schichten in einem Schichtensystem, welche von den übrigen durch eine abweichende mineralische Beschaffenheit sich auszeichnen, werden auch als Lager oder Flötze bezeichnet, z. B. Kalksteinlager im Gneiss, Kohlenflötze im Kohlensandstein u. s. w. Diejenige Schichte, welche über einer anderen, z. B. über einem Flötz liegt, nennt man nach der Bergmannssprache „das Hangende“, und die darunter liegende Schichte „das Liegende“ des Flötzes.

Das Verhältnis der Auflagerung kommt auch bei Eruptivgesteinen vor, als deckenförmige oder stromförmige Lagerung.

Decken sind mehr oder weniger mächtige und ausgedehnte Ablagerungen der Eruptivgesteine, welche sich bei der Eruption an der Oberfläche ausgebreitet und sogen. Effusions-Schichten[3]) gebildet haben: Porphyrdecken, Melaphyrdecken u. s. w. — Ströme sind aufgelagerte Gesteinsmassen, welche nach einer Richtung eine vorwaltende Ausdehnung zeigen: Lavaströme, Basaltströme u. s. w.

---

[1]) lat. *petra*, der Stein; *oleum* das Oel. [2]) Dieser Abschnitt der Geologie wird auch die architektonische Geologie genannt. [3]) lat. *effusio*, Ausgiessung.

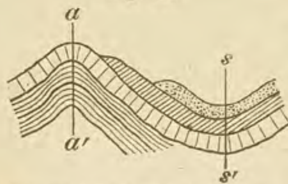
Alle sedimentären Schichten müssen vermöge ihrer Bildung als Absätze aus dem Wasser ursprünglich eine horizontale Lage oder wenigstens eine der horizontalen mehr oder weniger genäherte Lage haben. Wo dieses nicht der Fall ist, wo also die Schichten steiler oder weniger steil aufgerichtet erscheinen, da müssen spätere Störungen oder Dislocationen eingetreten sein. Man bezeichnet Schichten mit gestörter Lagerung als dislocirte Schichten im Gegensatze zu den nicht dislocirten Schichten mit ungestörter, horizontaler Lagerung.

Ueber die Richtung dislocirter Schichten oder ihre geognostische Lage gibt man sich Rechenschaft, indem man das Streichen und Fallen derselben bestimmt. Unter Streichen versteht man die Richtung einer auf der Schichtungsfläche gezogen gedachten horizontalen Linie gegen die verschiedenen Himmelsgegenden. Unter Fallen (auch Einfallen oder Verflächen) einer Schichte versteht man deren Neigung gegen die horizontale Ebene. Die Falllinie steht jederzeit auf der Streichungslinie senkrecht.

Zur Bestimmung des Streichens dient der bergmännische Hand- oder Taschencompass, an welchem auch gewöhnlich noch ein sogen. Klinometer zur Bestimmung des Einfalls-Winkels der Schichten angebracht ist.

In den Gebirgen beobachtet man fast nur dislocirte Schichten, in den Ebenen sind die Schichten in der Regel nicht gestört.

Fig. 141.

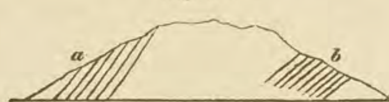


bei aa′ antiklinale Lagerung, bei ss′ synklinale Lagerung.

Gebogene Schichten, welche eine Biegung oder Knickung (aa′ in Fig. 141) nach aufwärts zeigen, bilden einen Schichtensattel und sind an dieser Stelle antiklinal[1]) d. h. nach entgegengesetzter Richtung geneigt. Sind aber die Schichten nach abwärts gebogen, so zeigen sie eine muldenförmige, oder synklinale[2]) Lagerung (ss′ in Fig. 141). Von senkrecht stehenden Schichten, deren Verflächen demnach 90° beträgt, sagt man, sie stehen „saiger“ oder sie sind „auf den Kopf“ gestellt.

Fallen die Schichten dem Gebirgsgehänge, welches aus ihnen besteht, conform oder doch in der gleichen Richtung, so fallen sie rechtsinnisch oder vom Gebirge ab (bei a, Fig. 142); ist dagegen ihr Einfallen dem Gehänge entgegengesetzt, so fallen sie widersinnisch oder dem Gebirge zu (bei b, Fig. 142).

Fig. 142.



Eine besondere Schichtenstellung, die in den Alpen vielfach beobachtet wird, ist die fächerförmige Stellung (Fig. 143), bei welcher die Schichten beiderseits gegen eine mittlere, senkrecht stehende Schichtenpartie einfallen.

Fig. 143.



¹) gr. *ant′*, gegen; *kli*·*o*, ich neige. ²) gr. *syn*, zugleich, zusammen.

Schichten oder Schichtensysteme, die in paralleler Lage auf einander folgen, (a und b, Fig. 144) heisst man concordant (übereinstimmend) gelagert. Sehr häufig aber findet sich, angelehnt an einen Complex paralleler Schichten, oder auch über seine Schichtenköpfe wegstreichend ein zweites Schichtensystem in abweichender, nicht paralleler Lage. Eine derartige Lagerung zweier Schichtensysteme (a und b, Fig. 145) bezeichnet man als discordant.

Fig. 144.

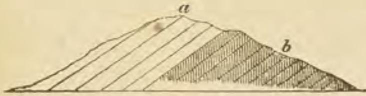
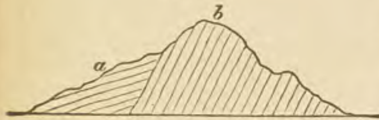


Fig. 145.



Beispiele discordanter Lagerung kann man überall am Rande des Wiener Beckens gegen das Wienerwaldgebirge, und weiter im Süden gegen die Ausläufer der Kalkalpen beobachten. Die Schichten, welche den Boden der Niederung zusammensetzen, sind im allgemeinen horizontal oder doch nahe horizontal gelagert; sie bestehen meist aus Thonen, Sanden und Sandsteinen. Das Wienerwaldgebirge, sowie die Ausläufer der Alpen bestehen ebenfalls aus geschichteten Gesteinen, ersteres aus Sandsteinen, letztere vorherrschend aus Kalksteinen; die Schichten dieser Gesteine sind aber durchwegs, und zwar zumeist steil geneigt. Die einen und die anderen Gebilde stossen daher in discordanter Lagerung aneinander.

Die durchgreifende Lagerung (abnormer Gesteinsverband) kommt hauptsächlich bei den Eruptivgesteinen vor. Man versteht darunter jenes Lagerungsverhältnis, bei welchem eine Gesteinsmasse nicht über der anderen, sondern neben oder zwischen anderen lagert, also gangförmig, kuppenförmig oder stockförmig auftritt.

Gangförmige Lagerung. Gänge sind Ausfüllungen von Spalten, welche ein Gestein durchsetzen. Nach dem Material, welches die Gänge ausfüllt, unterscheidet man Gesteinsgänge (z. B. Granit-, Porphyr-, Basaltgänge u. s. w.) und Erzgänge oder Erzadern (z. B. Bleierz-, Silbererzgänge u. s. w.).

Die Ausfüllungsmasse der Erzgänge besteht theils aus metallischen Mineralien, den Erzen, theils aus nicht metallischen Mineralien, den Gangarten (Quarz, Calcit, Baryt, Fluss u. s. w.).

Kuppenförmige Lagerung kommt nur bei Eruptivgesteinen vor, deren Masse über der Ausbruchsöffnung eine kegelförmige, dom- oder glockenförmige Anhäufung bildet; z. B. Porphyr-, Basalt-, Trachytkuppen.

Stockförmige Lagerung. Stöcke sind Massen von bedeutenden Dimensionen, welche mit durchgreifender Lagerung das Nebengestein durchsetzen. Sie können sowohl innerhalb geschichteter, als auch innerhalb massiger Gebirgsglieder auftreten

und sind entweder von linsenförmiger, keilförmiger, elliptischer oder von ganz unregelmässiger Gestalt; z. B. Granit-, Syenit-Stöcke.

Alter der Gesteine. Die Betrachtung der Lagerungsverhältnisse ergibt, dass nicht alle Gesteine auf einmal, sondern dass sie nacheinander durch periodische Absätze oder durch periodische Ausbrüche, also nach und nach in lange andauernden Zeiträumen gebildet wurden. Das absolute Alter der Gesteine, d. h. das durch eine Anzahl von Jahren ausgedrückte Alter lässt sich nicht bestimmen, wohl aber geben die Lagerungsverhältnisse Merkmale an die Hand, um das relative Alter der Gesteine zu bestimmen, d. h. um festzustellen, ob irgend ein Gestein früher oder später als ein anderes gebildet wurde.

Bei geschichteten Gesteinen in normaler Lagerung gibt die Auflagerung das Kriterium für das gegenseitige Alter ab, indem die unter einer anderen liegende Schichte immer älter sein muss, als die auflagernde. Bei durchgreifender Lagerung gilt die Regel, dass das durchgreifende Gebirgsglied jünger ist, als alle Gebirgsglieder, welche durchsetzt werden.

Nach diesen Merkmalen hat man das Alter der Sedimentgesteine und der Eruptivgesteine bestimmt, und indem man den Inbegriff aller derjenigen Gebirgsglieder, welche gleichzeitig (d. h. in derselben Zeitperiode) und gleichartig gebildet sind, eine Formation nennt, die Altersfolge der Sediment-Formationen und der Eruptiv-Formationen festgestellt. Jede Formation repräsentirt also einen gewissen Zeitabschnitt in der Entwicklungsgeschichte der Erde; eine Gruppe von Formationen aber repräsentirt eine geologische Periode oder ein Weltalter.

In Bezug auf die Eruptivgesteine hat man drei Altersgruppen oder Perioden unterschieden: die paläolithische[1], die mesolithische[2] und die känolithische[3] Periode.

Nach den sedimentären Bildungen und den in denselben eingeschlossenen Versteinerungen kann man in der Geschichte der Erde fünf Hauptperioden unterscheiden: die Urzeit, das Alterthum, das Mittelalter, die Neuzeit und die Jetztzeit. Diese Weltalter werden mit Rücksicht auf den Entwicklungsgang des organischen Lebens auf der Erde auch als archäische[4], paläozoische, mesozoische, känozoische, und anthropozoische[5] Periode unterschieden. Demnach erhalten wir folgende Reihenfolge und Gruppirung der Sedimentformationen:

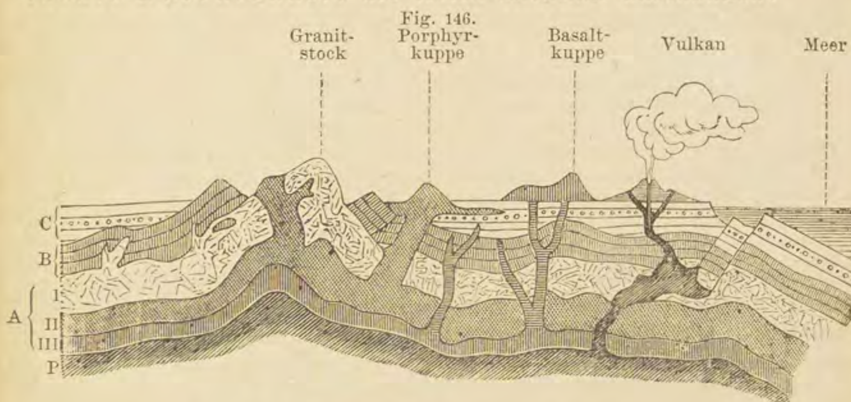
---

[1] gr. *palaios*, alt. [2] gr. *mesos*, die Mitte. [3] gr. *kainos*, neu. [4] gr. *archaios*, alt. [5] gr. *anthropos*, der Mensch.

Weltalter oder Perioden	Formationen		
V. Anthropozoische Periode oder Jetztzeit	Quartäre	12. Alluvium 11. Diluvium	jüngeres } aufgeschwemmtes älteres } Gebirge
IV. Känozoische Periode oder Neuzeit	Tertiäre	10. Neogen F. 9. Eocän F.	jüngeres } Braunkohlen- älteres } Gebirge
III. Mesozoische Periode oder Mittelalter	Secündäre	8. Kreide F. 7. Jura F. 6. Trias F.	Quadersandstein-Gebirge Oolith-Gebirge Salz-Gebirge
II. Paläozoische Periode oder Alterthum	Primäre	5. Dyas F. 4. Steinkohlen F. 3. Devonische F. 2. Silurische F.	Kupfer-Gebirge Steinkohlen-Gebirge jüngeres } Uebergangs- oder älteres } Grauwacken-Gebirge
I. Archäische Periode oder Urzeit		1. Primitive F.	Urgebirge oder krystallinisches Schiefer-Gebirge

Das gegenseitige Verhältnis, in welchem diese Formationen an dem Aufbau der Lithosphäre theilnehmen, macht der folgende ideale Durchschnitt der festen Erdrinde anschaulich:

Fig. 146.



Idealer Durchschnitt der festen Erdrinde.

P. Pyrosphäre. A. Krystallinische Massengesteine (Eruptivformationen). I. Paläolithe, II. Mesolithe, III. Känolithe. B. Krystallinische Schiefergesteine (Primitivformation). C. Klastische Sedimentgesteine (Paläozoische, Mesozoische, Känozoische und Anthropozoische Formationen).

Dieser Durchschnitt zeigt, dass die Lithosphäre nicht aus parallel über einander liegenden Gesteinsschalen zusammengesetzt

ist. Vielmehr treten in Folge von Dislocationen der geschichteten Gesteine und in Folge der Durchbrüche von Massengesteinen die mannigfaltigsten und verschiedenartigsten Gesteine an der Oberfläche neben einander auf.

Auf den geologischen Karten sind die verschiedenen Formationen durch besondere Farben in der Verbreitung, in welcher sie an der Erdoberfläche erscheinen, bezeichnet. Durch die geologischen Durchschnitte werden die Lagerungsverhältnisse der Gesteine und Formationen anschaulich gemacht.

Hiebei wählt man in der Regel zur Bezeichnung der ältesten krystallinischen Bildungen carminrothe Farbentöne, für die paläozoischen Formationen Braun, Grau oder Violett, für die mesozoischen Blau oder Gelb in verschiedenen Nüancen, für die känozoischen Grün oder Gelb, und für die anthropozoischen die lichtesten Farbentöne. Plutonische und vulkanische Bildungen werden durch intensiv rothe oder durch schwarze und dunkelgrüne Farben hervorgehoben.

Gebirgsbau. Die physikalische Geographie behandelt die horizontale und verticale Gliederung der Landmassen der Erde; sie lehrt die Höhenverhältnisse, die Form (Orographie) und Vertheilung von Gebirgen und Hochebenen, von Thälern und Niederungen, von Halbinseln und Inselgruppen, Meeresküsten und Flussbecken kennen, und stellt ihre Bedeutung für die Verbreitung meteorologischer Vorgänge, sowie der Pflanzen und Thiere fest. Die Geotektonik erklärt die Gestalt der Oberfläche der Erde aus dem Gebirgsbau; sie führt die Oberflächenformen zurück auf die Gesteinszusammensetzung, auf die Verbreitung der neben- und übereinander gelagerten Gesteine und Formationen, und auf deren Lagerung.

Ebenso wie in der organischen Natur ein Verständnis der Formverhältnisse (der Morphologie) sich nur auf Grundlage der Anatomie gewinnen lässt, so ist eine tiefere Erkenntnis der Gestalt der Oberfläche der Erde nur dann möglich, wenn der innere Bau, die Art und Anordnungsweise der einzelnen Bestandmassen und ihrer Bildungsgeschichte im Verhältnis zum Erdganzen, sowie jene Vorgänge fortdauernder Veränderungen (dritter Abschnitt der allgemeinen Geologie) richtig erkannt sind, welche den physiologischen Processen der organischen Welt entsprechen.

Nach der absoluten Höhe über dem Meeresspiegel unterscheidet man Tiefländer und Hochländer, nach der Gestaltung der Oberflächen Ebenen, Berge und Gebirge.

Als Grenze zwischen Hochland und Tiefland kann man die mittlere Höhe der Continente (S. 104), in runder Zahl 360 Meter annehmen.

Die Tiefländer schliessen sich meist an das Meer an und erheben sich erst weiter landeinwärts entweder in Form von schiefen Ebenen oder in Form von Terrassen (d. h. stufenförmig) zu grösserer Meereshöhe. Tiefländer, welche im Inneren der Continente liegen und vom Meere ganz abgeschlossen sind, werden als Senkungs- oder Depressionsgebiete bezeichnet; grosse Theile solcher Gebiete liegen sogar tiefer als der Meeresspiegel.

Hieher gehören die pontisch-caspische Erdsenke mit dem Caspischen Meere (25 Meter unter dem Meeresspiegel) und die Niederung des Jordanthales mit dem See Tiberias (— 202 Meter) und dem Todten Meere (— 392 Meter).

Von den meisten Tiefländern lässt sich nachweisen, dass sie noch in der jüngsten geologischen Periode vom Meere überfluthet waren; sie sind gewöhnlich von den jüngsten Formationen in ungestörter Lagerung gebildet, bestehen aus Sand oder Gerölle, Thon und Lehm und sind häufig mit Salzkrusten und Salzefflorescenzen, den Ueberresten der abgeflossenen Meere, überzogen.

Die Hochländer bestehen aus Hochebenen, Bergen und Gebirgen.

Die Hochebenen, zu welchen man alle mehr als 300 bis 400 Meter über dem Meere gelegenen Ebenen rechnet, zerfallen wieder in Hochebenen im engeren Sinne und in Plateaus oder Tafelländer. Die Hochebenen erscheinen in geologischer Beziehung ähnlich den Tiefebenen als der trockengelegte Boden früherer Süsswasser- oder Salzwasser-Becken, wie die Hochebenen der Alpenthäler oder die schwäbisch-bairische Hochebene, die Hochebene von Tibet u. s. w. Die Plateaus oder Tafelländer (auch Tafelberge) sind dagegen durch mächtige und ausgedehnte Schichtensysteme in mehr oder weniger horizontaler Lagerung gebildet, wie das Dachsteinplateau, das Karstplateau, das Plateau der schwäbischen Alb. Auch weit sich ausbreitende deckenförmige Ergüsse von vulkanischen Gesteinen haben die Veranlassung zur Bildung von Tafelländern gegeben, wie in Abessinien, in Hinterindien (das basaltische Plateau von Dekan u. s. w.).

Vereinzelte Berge. Auf den Ebenen der Niederungen und der Hochländer oder auf den Plateaus der Tafelländer erheben sich oft inselförmig einzelne Berge oder Hügel. Diese sind in geologischer Beziehung immer von grossem Interesse und können sehr verschiedenen Ursprungs sein. Häufig sind sie vulkanischer Natur und verdanken dann ihre Entstehung denselben Kräften, wie die in den grossen Oceanen vereinzelt oder gruppenweise aufragenden Inselberge.

Beispiele liefern die vereinzelten Basaltkuppen der Plattensee-Gegend, sowie jene auf dem Quadersandsteinplateau im nördlichen Böhmen.

In anderen Fällen sind es inselförmig oder in Form von Klippen hervorragende Schollen älterer Schichtensysteme, die sich als Theile versunkener Gebirgszüge zu erkennen geben, so die jurassischen Inselberge in Niederösterreich und in Mähren (bei Staatz, bei Ernstbrunn, Nikolsburg und Polau), oder die merkwürdigen Klippenkalke der Tatra in der Ebene bei Neumarkt, am nördlichen Fusse der Tatra.

Wieder in anderen Fällen sind es die letzten Ausläufer von Gebirgen oder von den Seitenrücken derselben, wie das Leithagebirge, die Hundsheimer Berge u. s. w. bei Wien, welche als die Ausläufer der Centralkette der Alpen zu betrachten sind. Oder endlich sind sie durch Circumdenudation entstanden, d. h. stehengebliebene Reste von Schichtensystemen, welche in Folge der fortdauernden Denudation der Oberfläche abgetragen wurden, wie z. B. die Vorberge der Schwäbischen Alb, (der Hohenstaufen, Hohenzollern u. s. w.).

Die Gebirge unterscheidet man nach der absoluten Höhe in Mittelgebirge mit Gipfeln von 600—2000 Meter Höhe, und in Hochgebirge mit Gipfeln über 2000 Meter, ohne dass sich eine scharfe Grenze zwischen beiden ziehen liesse. In geologischer Beziehung ergeben sich andere Eintheilungen; nach der Zusammensetzung in einfache und zusammengesetzte Gebirge, und mit Rücksicht auf die tektonischen Formverhältnisse in Kuppengebirge, Massengebirge und Kettengebirge.

Einfache Gebirge sind solche, welche durchaus oder wenigstens vorherrschend aus gleichartigen Gesteinen z. B. vulkanischen Gesteinen, oder aus einer Formation, wie das Juragebirge der Schweiz aus der Juraformation, zusammengesetzt sind. Zusammengesetzte oder combinirte Gebirge sind solche, welche aus Gesteinen von verschiedenem geologischen Alter und verschiedenartiger Bildungsweise zusammengesetzt sind, wie die Alpen und die Karpathen.

Die Kuppengebirge oder Kegelgebirge sind ohne jede einheitliche Gliederung. Sie bestehen aus unregelmässig neben und um einander gruppirten, mehr oder weniger kegelförmigen oder domförmigen Bergen. Sie sind fast durchaus jungen vulkanischen Ursprungs und gehören zu den einfachen Gebirgen.

Beispiele sind: das Leitmeritzer Mittelgebirge in Böhmen, das aus Basaltkuppen und Phonolithkegeln zusammengesetzt ist; das trachytische Siebengebirge am Rhein u. s. w.

Die Massengebirge oder Massivs sind Gebirge von unregelmässiger Form und Ausdehnung, ohne eine bestimmte Längsrichtung und ohne ausgesprochene Längsthäler. Häufig bestehen die Massivs aus mehr oder weniger symmetrisch um einen Mittelpunkt gruppirten Bergen (wie z. B. der Harz mit dem Brocken in der Mitte), oder sie stellen an einander gereihte Gebirgsmassen vor mit einem gemeinschaftlichen einseitigen Steilabfall (wie das Erzgebirge gegen Südost oder die Skandinavische Halbinsel gsgen Nordwest). Sie sind meist aus verschiedenen Formationen zusammengesetzt, unter welchen aber die ältesten Gebilde der Erde, wie Granit, Gneiss u. s. w. die Hauptrolle

spielen, und welchen dann jüngere Formationen an- oder übergelagert sind.

Das hercynisch-sudetische Gebirgsmassiv (Böhmen und Mähren umfassend) ist ein Beispiel eines mannigfaltig zusammengesetzten Gebirgsmassivs. Die skandinavische Halbinsel besteht vorherrschend aus Urgebirge mit aufgelagerten Schollen paläozoischer Formationen.

Die Kettengebirge zeigen eine lineare Ausdehnung, indem die Längenrichtung gegen die Breite vorherrscht, und in Folge dessen eine mehr oder weniger regelmässige Gliederung durch Quer- und Längsthäler. Sie erreichen in den Gipfeln ihrer vielfach ausgezackten Ketten viel bedeutendere Höhen als die Massengebirge, und ihnen gehören die höchsten Erhebungen der Erdoberfläche an.

Zu den Kettengebirgen sind zu rechnen in Europa: die Pyrenäen, Alpen, Karpathen und der Ural; in Asien: der Kaukasus, der Himâlaya, der Kwen-lun, der Tien-schan; in Amerika: die Cordilleren, das Felsengebirge, die Anden; auf Neu-Seeland: die südlichen Alpen.

Der geologische Bau der Kettengebirge ist im allgemeinen ein viel manigfaltigerer als der der Massengebirge. Sie gehören fast alle zu den combinirten Gebirgen und zeigen in der Regel eine parallele Anordnung in verschiedene Gesteinszonen, und dann gewöhnlich, wie z. B. die Alpen, eine aus krystallinischen Gesteinen bestehende Centralzone oder Centralkette, welche jedoch nicht immer auch die Zone der höchsten Erhebung ist, und an welche sich parallele Nebenzonen anschliessen, die stufenweise aus immer jüngeren Gesteinen und Formationen zusammengesetzt sind und mannigfaltige parallele Falten oder Bruchlinien erkennen lassen. Die Nebenzonen sind nicht immer symmetrisch zur krystallinischen Zone gelagert, manchmal begleiten sie dieselbe nur auf einer Seite und fehlen auf der andern Seite.

Die Grundzüge der Entstehung der Gebirge wurden schon in der allgemeinen Geologie (S. 125) besprochen.

D. Stratigraphie

oder die

Beschreibung der Schichten und Formationen. [1])

In der Stratigraphie werden die einzelnen Formationen und Formationsgruppen in ihrer natürlichen Aufeinanderfolge beschrieben. Da jede Gesteinsschichte das Bildungsproduct eines gewissen Zeitraumes ist, da ferner die Reihenfolge der übereinander lagernden Schichten und Schichtensysteme mit den in denselben eingeschlossenen organischen Resten ihrer relativen Alters-

[1]) Dieser Abschnitt der Geologie wird auch als historische Geologie bezeichnet.

folge (S. 146) oder der Reihenfolge ihrer Bildung entspricht, so lehrt uns die Stratigraphie gleichzeitig auch die Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Organismen.

Wo man eine directe Uebereinanderlagerung der Schichten oder Formationen nicht beobachten kann, oder wo in der regelmässigen Aufeinanderfolge der Schichten sich Lücken finden, da wäre es in vielen Fällen geradezu unmöglich, das gegenseitige Alter derselben richtig zu bestimmen, wenn nicht die Versteinerungen einen Fingerzeig abgeben würden. Denn nicht regellos zerstreut liegen die verschiedenen Formen der untergegangenen Thier- und Pflanzenwelt durch- und neben einander, sondern in Folge des fortschreitenden Entwicklungsganges des organischen Lebens während der Bildungsgeschichte der Erde (S. 106) hat jede Formation ihre besonderen Pflanzen- und Thierformen oder ihr eigenthümliche Arten, wie sie eben jener Zeitperiode, in welcher der Schichtencomplex der Formation gebildet wurde, entsprechen. Die Petrefacten sind daher bezeichnend und zum grossen Theile leitend (Leitfossilien) für die einzelnen Formationen. „An ihnen erkennt der Geognost das Alter der Schichte, wie der Architekt am Baustyl einer Kirche das Jahrhundert erkennt, in welchem die Kirche erbaut wurde, oder wie eine Münze, ein Schwert oder Speer als Beigabe in einem Grabe die Zeit und das Volk erkennen lässt, das hier seine Todten bestattet hat.“ Man hat deshalb die Petrefacten mit Recht die „Denkmünzen der Schöpfung“ genannt.

Die Eintheilung und die Reihenfolge der Formationen wurde schon in der Geotektonik angegeben (S. 147); wir gehen daher unmittelbar zur Beschreibung der einzelnen Formationen über.

Erstes Weltalter.

Die archäische Periode oder die Urzeit der Erde.

Die archäischen Formationen bestehen vorherrschend aus krystallinischen Silicatgesteinen, theils Massengesteinen, wie Granit, Syenit, Grünsteine und Quarzporphyr, theils krystallinischen Schiefergesteinen (S. 138), wie Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Granulit und Phyllit mit untergeordneten Massen von Quarzit, Serpentin, körnigem Kalk, Magnesit und Graphit. Es sind dies die ältesten Gesteinsbildungen, welche man kennt, und die man deshalb auch das Urgebirge oder die Primitiv-Formation nennt. Sie setzen das Grundgebirge der Erde zusammen, auf welchem alle, deutliche organische Reste einschliessenden, klastischen Sedimentgesteine aufruhen, und sind reich an

Erzlagerstätten und Erzgängen aller Art und an anderen nutzbaren Mineralien.

Von edlen Metallen kommen im Urgebirge vor: Gold, Silber, Platin; von unedlen Metallen: Blei, Kupfer, Zink, Eisen, Kobalt, Nickel, Antimon u. s. w. in vererztem Zustande; von Edelsteinen: Diamant, Rubin, Saphir, Spinell, Smaragd, Aquamarin, Hyacinth (Zirkon), Topas; ferner Granat, Beryll, Turmalin und die verschiedenen Varietäten von Quarz. Die meisten Edelsteine werden freilich ebenso wie Gold und Platin in Wäschen aus dem sog. Seifengebirge gewonnen. (S. 45, 53 u. 156.)

Die archäischen Formationen, deren Schichtenreihe in einzelnen Gegenden die ausserordentliche Mächtigkeit von 30.000 Meter erreicht, sind mit ziemlich gleichbleibendem Charakter weit verbreitet auf allen Continenten, in allen Zonen; die Lagerung der Schichten zeigt die mannigfaltigsten Störungen durch Dislocationen aller Art, durch Brüche, Aufrichtung und Faltung einzelner Gesteinsbänke und ganzer Schichtencomplexe.

Mit sehr weiter Verbreitung und unbedeckt von jüngeren Bildungen treten die archäischen Formationen auf im Gebiet der hercynisch-sudetischen Länder, in der Centralzone der Ost- und Mittelalpen, in den Centralstöcken der Westalpen und der Karpathen, in Skandinavien und Finnland, in Nordamerika (Canada) u. s. w.

Die Gliederung des Urgebirges oder der Primitivformation von oben nach unten (in absteigender Reihenfolge der Bildungen) ist folgende:

4. Urthonschiefer-Formation (Urthonschiefer oder Phyllit, Chlorit-, Talk-, Quarzit-Schiefer, Urkalk, Graphit u. s. w.)

3. Glimmerschiefer-Formation (Glimmerschiefer, Talk-, Chlorit-, Quarzitschiefer, Urkalk, Graphit, Hornblendeschiefer u. s. w.)

2. Jüngere, hercynische[1]) oder laurentische[2]) Gneiss-Formation (Gneiss, Granulit, Hornblendeschiefer, krystallinischer Kalk oder Urkalk, Graphit u. s. w.)

1. Aeltere oder bojische[3]) Gneiss-Formation (Gneiss und Granit).

Die Gesteine der Primitivformation sind azoisch[4]), das heisst sie enthalten keine sicher erkennbaren organischen Reste. Es folgt jedoch daraus nicht, dass zur Zeit ihrer Bildung und Ablagerung keine organischen Wesen gelebt haben können. Im Gegentheile, es ist sogar wahrscheinlich, dass die ersten Anfänge der organischen Lebens bis in die Urzeit der Erde hinabreichen, und dass z. B. der Graphit, der in den krystallinischen Schiefergesteinen vorkommt, pflanzlichen Ursprungs ist.

Das mit dem Namen Eozoon canadense[5]) bezeichnete angebliche Fossil besteht aus abwechselnden, feinen Lamellen von Serpentin und Kalk; der letztere zeigt eine Structur, welche von manchen Zoologen mit der Structur der Foraminiferenschalen verglichen wird. Viel wahrscheinlicher ist aber das Eozoon nur ein durch Krystallisation entstandenes Mineralgemenge mit theilweise faseriger Structur.

[1]) lat. *silva hercynia*, der Böhmerwald (nach Strabo). [2]) Nach dem Vorkommen in Nordamerika (am Lorenzo). [3]) Nach dem celtischen Volksstamme der Bojer. [4]) gr. *azoos*, kein Leben hervorbringend. [5]) gr. *aeōs*, Morgenröthe, das canadische Morgenröthethier.

Zweites Weltalter.

Die paläozoische Periode oder das Alterthum der Erde.

Von der Zeit an, da das krystallinische Grundgebirge der Erde gebildet war, also von dem Beginne der paläozoischen Periode angefangen ist die Geschichte der weiteren Fortbildung der Erdoberfläche, abgesehen von den wiederholten Eruptivbildungen, eine Geschichte der Zerstörung früher gebildeter Gesteinsmassen und einer Umbildung derselben zu neuen Gesteinen und Schichten. Unter den Gesteinen dieser und der folgenden Perioden spielen daher die klastischen Sedimentgesteine neben zoogenen und phytogenen Bildungen die Hauptrolle. Auf das Urgebirge folgt das Flötzgebirge. Das paläozoische Flötzgebirge schliesst die ältesten, deutlich erkennbaren Thier- und Pflanzenreste in sich. Sowohl ihrem äusseren Ansehen nach als auch in ihrem inneren Bau entfernen sich die fossilen Organismen dieser ältesten Zeit weiter von den Organismen der gegenwärtigen Schöpfung, als die fossilen Reste der mesozoischen und känozoischen Periode. Bei vielen lässt sich kaum die Familie oder Ordnung erkennen, in welche sie unter den lebenden Organismen einzureihen sind; der Art (Species) nach sind sie ohne Ausnahme von den jetzt lebenden Thieren und Pflanzen verschieden; die Arten sind also alle erloschen.

Die Flora der paläozoischen Periode wird fast ausschliesslich durch kryptogamische Pflanzen gebildet. Seetange, Farnkräuter, bärlappartige Pflanzen (Lycopodiaceen) und Schachtelhalme oder Schafthalme (Equisetaceen) sind die vorherrschenden Formen. Dagegen fehlen die Dicotyledonen, also z. B. alle Laubbäume und die meisten Formen der Monocotyledonen noch ganz. Auch die Beschränktheit der Anzahl der Arten im Vergleich zu dem Pflanzenreichthum der Jetztwelt ist auffallend.

Aehnlich verhält sich auch die Fauna. Von den vier grossen Abtheilungen der Wirbelthiere, welche in der Gegenwart über alle Theile der Erde verbreitet sind, fehlen die Säugethiere und Vögel durchaus. Die Amphibien und Reptilien weisen einige wenige Formen auf, und nur die Fische sind in grösserer Anzahl vertreten. Die Hauptrolle spielen wirbellose Thiere aus den Ordnungen der darmlosen Thiere (Korallen), Stachelhäuter, Weichthiere und Gliederfüssler.

Das Klima während der paläozoischen Periode war wohl im allgemeinen ein warmes, und in seinen extremen Gegensätzen noch keineswegs so ausgebildet wie jetzt. Daraus nur lässt sich erklären, dass nicht blos die Familien und Geschlechter der Organismen, welche in dieser Periode über die ganze Erdoberfläche verbreitet waren, eine grosse allgemeine Aehnlichkeit haben, sondern dass selbst einzelne Species von (Korallen und Brachiopoden) in den entferntesten Theilen der Erde, im arktischen Russland und in Nord-Amerika, am Cap, in Australien und

in Europa als übereinstimmend erkannt worden sind. Einerlei Pflanzenwuchs, einerlei Thierbevölkerung zeichnet den Charakter der kleinen, flachen Festlandsinseln und des weiten uferlosen Oceans der paläozoischen Periode aus.

Man hat vier Hauptformationen als Bildungen dieser Periode unterschieden: 1. die silurische,[1] 2. die devonische,[2] 3. die carbonische[3] oder Steinkohlen-Formation und 4. die permische[4] oder Dyas-Formation[5], und bezeichnet dieselben als die primären Formationen.

Im europäischen Russland kommen alle vier Formationen in regelmässiger und fast ungestörter Lagerungsfolge neben- und übereinander vor; in den Alleghanies in Nordamerika ist die Reihenfolge vollständig bis auf die permische Formation, in Böhmen ist die silurische Formation höchst ausgezeichnet entwickelt, die Steinkohlenformation und die Dyas treten in mehreren von einander getrennten Becken und Gebieten auf, dagegen fehlt die devonische Formation.

Die Gliederung der primären Formationen ist folgende:

4. Dyas (permische Formation) oder das Kupfergebirge.	b) Obere Abtheilung (Sandsteine, bituminöse kupferhaltige Schiefer, Kalksteine und Dolomite mit Gyps und Steinsalzlagern). Kupferschiefer, Zechstein.	Die ersten Amphibien (Archegosaurus, der Stammvater der Saurier) und Reptilien (Proterosaurus), sowie zahlreiche, ungleichschwänzige Schmelzschupper (heterocerke Ganoiden: Palaeoniscus u. s. w.). Viele Brachiopoden: Productus, Spirifer.
Zeitalter der ungleichschwänzigen Schmelzschupper, der ersten Amphibien u. Reptilien.	a) Untere Abtheilung (Sandsteine, Phorphyre und Melaphyre). Rothliegendes oder Todtliegendes.	Zahlreiche fossile Hölzer (versteinerte Wälder) von Farnbäumen, Palmen und Coniferen.
3. Carbonische Formation od. das Steinkohlengebirge.	b) Obere Abtheilung (Sandsteine, Schieferthone und Kohlenflötze). Productives Kohlengebirge.	Kryptogamische Landpflanzen: Schuppenbäume (Lepidodendron), Siegelbäume (Sigillaria), Schachtelhalme (Calamites), Farne und die ersten Nadelhölzer. Die ersten Spinnen und Insecten.
Zeitalter der Kryptogamen, der ersten Spinnen und Insecten.	a) Untere Abtheilung (Kalke, Sandsteine und Thonschiefer). Bergkalk oder Kohlenkalk, Gailthaler Schichten der Alpen, Culmschichten.	Trilobiten erlöschen. Mannigfaltige Entwicklung der Crinoideen. Unter den Brachiopoden das Geschlecht Productus besonders characteristisch.

[1] Nach dem alten Königreiche der Silurer in England. — [2] Nach der Grafschaft Devonshire. [3] lat. *carbo*, die Kohle. [4] Nach dem Gouvernement Perm. [5] gr. *dyas*, Zweiheit.

2. Devonische Formation, od. das jüngere Uebergangs- oder Grauwackengebirge. Zeitalter der Panzerfische und der ersten Landpflanzen.	c) Obere Abtheilung (Kalke, Mergel und Thonschiefer). Nierenkalkstein, Kramenzelkalk, Goniatiten- und Clymenienkalk, Cypridinenschiefer.	Im alten, rothen Sandstein von Schottland eigenthümliche Panzerfische: Pterichthys, Coccosteus, Cephalaspis.
	b) Mittlere Abtheilung (Kalke und Mergel). Eifler Kalk, Calceolaschiefer, Stringocephalenkalk.	Kryptogamische Landpflanzen; Deckelkorallen (Calceola sandalina); Seelilien (Schraubensteine, Steinkerne von Crinoiden-Stielgliedern); Mollusken (Goniatiten, Clymenien, Hysterolithen: Steinkerne von Armfüsslern), Trilobiten, Cypridinen (Muschelkrebse).
	a) Untere Abtheilung (Grauwacken, Sandsteine und Thonschiefer). Rheinische Grauwacke, Spiriferensandstein.	
1. Silurische Formation, oder das ältere Uebergangs- oder Grauwacken-Gebirge. Zeitalter der Trilobiten, Cystideen und Graptolithen.	d) Obersilurische Abtheilung (Kalke und Schiefer).	Seetange, Korallen, Graptolithen, Seelilien (Crinoideen), Mollusken (Nautileen und Brachiopoden), Trilobiten und die ersten Spuren von Fischen.
	c) Untersilurische Abtheilung (Quarzite und Thonschiefer mit Grünsteinen).	
	b) Primordial-Abtheilung (Grauwacken und Schiefer).	Trilobiten (Urkrebse), Brachiopoden (Orthis) und Cystideen.
	a) Cambrische Schichten (Conglomerate, Sandsteine, Quarzite und Thonschiefer).	Oldhamia antiqua (ein Seetang oder ein Zoophyt), der älteste unzweifelhaft organische Ueberrest. Spuren von Anneliden.

Das Silur enthält die reichsten Goldlagerstätten der Erde in der Form von goldführenden Quarzgängen, durch deren Zertrümmerung das goldführende Seifengebirge entstanden ist. Die alten Goldbergbaue von Wales, die Goldwäschereien des Urals, das australische Gold gehören dem silurischen Terrain an. Ausserdem sind die silurischen Ablagerungen überaus reich an Eisenerz- (der Erzberg von Eisenerz in Steiermark, die Eisenoolithe von Böhmen) und Bleiglanz-Lagerstätten (Příbram in Böhmen); Salz und Gyps spielen eine mehr untergeordnete Rolle.

Auch das Devon ist eine reiche Erzformation. Gold fehlt zwar, aber an die Stelle von Gold treten reiche Silber-, Blei-, Quecksilber- (Almaden in Spanien), Zink- und Eisenerz-Lagerstätten (im Siegenerland in Preussen). Auch das Vorkommen von Kohlen und Petroleum gewinnt in dieser Formation bereits eine technische Bedeutung.

Der Steinkohlenformation gehören nicht blos die

ergiebigsten und ausgedehntesten Ablagerungen fossiler Kohle, sondern auch die besten Kohlen (Anthracit und Schwarzkohle) in zahlreichen Flötzen an (S. 141). In der österreichisch-ungarischen Monarchie ist der Kohlenreichthum sehr ungleich auf die beiden Reichshälften vertheilt. Die wichtigsten Steinkohlenreviere gehören dem nordwestlichen Gebiete: Böhmen, Mähren, Schlesien und Westgalizien an, während auf dem Gebiete der ungarischen Krone nur zwei wirthschaftlich höchst unbedeutende Ablagerungen (die reicheren Kohlenfelder von Steierdorf und Fünfkirchen gehören der Lias-Formation an) vorkommen, wie folgende Uebersicht zeigt.

Böhmen. 1. Im mittleren und westlichen Böhmen: das Schlan-Rakonitz-Kladnoer Becken, das Pilsener Becken, die dem Pilsener Becken benachbarten kleineren Ablagerungen bei Radnitz, Manetin, Merklin, Miröschau; 2. im nordöstlichen Böhmen: am Fusse des Riesengebirges das Schatzlar-Schwadowitzer Revier, als Theil des grossen Gleiwitz-Waldenburger Beckens in Preuss. Niederschlesien; 3. im Erzgebirge das Brandauer Becken.

Mähren und Schlesien. Das Rossitz-Neudorfer Becken bei Brünn und das Ostrau-Karwiner Revier, ein Flügel der oberschlesischen Kohlenablagerung.

Galizien. Die Reviere von Javorzno, Dombrova und Siersca.

Steiermark. Die Steinkohlenablagerung der Werchzirmalpe bei Turrach.

Ungarn. Kleine Kohlenablagerungen im Banat bei Szekul und bei Eibenthal.

Die Dyas ist in Deutschland, namentlich in Thüringen und am Harz, und ebenso in Russland reich an Kupfererzen und enthält auch Gyps- und Steinsalzlager. In Oesterreich kommt die Dyas nur als Rothliegendes vor und ist zum Theile (im Pilsener und Schlan-Rakonitzer Becken) kohlenführend.

Die wichtigsten Pflanzen- und Thierformen der paläozoischen Periode.

Der Anfang des organischen Lebens auf der Erde ist in tiefes Dunkel gehüllt. Von den ältesten unzweifelhaft organischen Ueberresten, welche man in den cambrischen Schiefern von Irland entdeckt und Oldhamia antiqua (nach einem engl. Geologen Oldham) genannt hat, ist es unentschieden, ob man sie als Seegräser zu den Pflanzen, oder als Moosthiere (Bryozoen) zu den Thieren stellen soll. Schon die nächst höheren Schichten und Formationen enthalten einen überraschenden Reichthum an Formen, von welchen die wichtigsten hervorgehoben werden sollen.

Pflanzen:

Die ersten Pflanzen waren Meerespflanzen: Seegräser oder Algen. Erst später traten Landpflanzen auf. Ihre massenhafteste Entwicklung fällt in die Zeit der Steinkohlenformation. Die Hauptrolle spielten bärlappartige Bäume, gleichsam Riesenformen der Lycopodiaceen: die Sigillarien oder Siegelbäume und die Lepidodendren oder Schuppenbäume. Die ersteren (Sigillaria) ragten mit ihren säulenförmigen, nur am oberen Theil schwach verzweigten Stämmen und mit ihrer dichten Krone von schmalen grasförmigen Blättern, gewaltigen Besen vergleichbar, in die Lüfte. Die Rinde des Stammes ist längs gefurcht und mit erhabenen, in abwechselnden Reihen geordneten elliptischen oder sechseckigen Blattnarben besetzt, welche sich mit Siegelabdrücken vergleichen lassen, daher der Name Siegelbaum. Bei den Schuppenbäumen (Lepidodendron), unter welchen man wieder viele Arten unterschieden hat, haben die Blattnarben oder Blattwülste der Rinde eine rhombische Gestalt. Die Stämme sehen aus, als wären sie mit regelmässigen schieflaufenden Schuppenreihen besetzt, sie verzweigen sich nach oben mehrfach, die Zweige sind ringsum mit langen,

steifen, Tannennadeln ähnlichen Blättern besetzt und endigen häufig in kegelförmige Fruchtzapfen, welche an die Form der Fruchtzapfen der heutigen Bärlappgewächse erinnern. Während aber die heutigen Bärlappgewächse kleine, meist kriechende Pflanzen sind, von welchen nur einzelne in den Tropen heimische Arten 3—4 Fuss hoch werden, so erreichten die Sigillarien und Lepidodendren eine Höhe von 20—60 Fuss, ja von den letzteren kennt man Stämme von 12 Fuss Umfang und mehr als 100 Fuss Höhe.

Mehr Aehnlichkeit mit jetzt noch lebenden Formen zeigen die überaus zahlreichen Calamiten-Reste, welche man in den Schichten der Steinkohlenformation findet. Die Calamiten, zu den Equisetaceen gehörig, waren grosse, baumartige Schachtelhalme (oder Schafthalme) mit gegliederten, längs gerieften Stämmen, zu welchen die Sternblätter (Asterophyllites), die Ringblätter (Annularia) und die Keilblätter (Sphenophyllum) mit ihren quirl- oder wirtelförmig gestellten Blättern wahrscheinlich als Aeste und Zweige gehörten.

Das Unterholz endlich und das Krautwerk der Steinkohlenwälder wurde von Farnkräutern gebildet, und es ist erstaunlich, welchen Reichthum an Formen uns die Schichten der Steinkohlenformation aufbewahrt haben. Man kennt aus den europäischen Kohlenbecken wenigstens fünfmal so viel Arten, als jetzt in Europa (60 Arten) leben.

Thiere:

Die ersten Thiere waren Meeresthiere. Zu den eigenthümlichsten organischen Resten der paläozoischen Zeit, die sich neben Seeschwämmen und Korallen in den silurischen Schichten finden, gehören die Graptolithen oder Schriftsteine, welche den lebenden Sertulariden (Hydrozoen) am nächsten verwandt sind. Auf den Spaltungsflächen der silurischen Thonschiefer liegen die platt zusammengedrückten stabförmigen Körper, die entweder auf einer oder auf beiden Seiten mit Zellenreihen besetzt sind, welche sägezähnartige Vorsprünge verursachen, wie Schriftzüge oder wie Strohhalme übereinander; auf lichten Thonschiefern ist ihre Substanz dunkel, auf dunkeln licht.

Die Echinodermen oder Stachelhäuter sind fast nur durch die pflanzenähnlichen Seelilien (Crinoideen) vertreten, deren in schönster Gesetzmässigkeit nach der Grundzahl 5 aus einzelnen Kalktäfelchen zusammengesetzte Kelche zum Reizendsten gehören, was die Vorwelt uns überliefert hat. Die Cystideen oder Blasenlilien aus dem Silur haben einen kugeligen, aus einzelnen Kalktäfelchen zusammengesetzten, armlosen Kelch mit verkümmertem oder ganz fehlendem Stiel.

Auch Mollusken oder Weichthiere waren bereits im paläozoischen Meere nicht weniger häufig, als heute. Die gewöhnlichen Schnecken (Gasteropoden) und Muscheln (Conchiferen) erscheinen schon in den silurischen und devonischen Ablagerungen, und ebenso in der Steinkohlenformation und im Zechstein in zahlreichen, jetzt meist ausgestorbenen Gattungen; allein während diese beiden Ordnungen von unsymmetrischen Ein- und Zweischalern in der Jetztzeit vorherrschen, so verschwinden sie in jenen alten Perioden gegen die grosse Anzahl von symmetrischen Zwei- und Einschalern, gegen die Brachiopoden und Cephalopoden, von welchen in den heutigen Meeren verhältnissmässig nur wenige Vertreter mehr leben.

Die Schalen der Brachiopoden (Armfüssler oder Tascheln), die auf felsigem oder sandigem Boden meist in grosser Tiefe in den Meeren aller Breiten leben, bestehen aus zwei Klappen von verschiedener Grösse und Gestalt. Mit der kleineren Schale hängt bei vielen Arten ein inneres Kalkgerüste, das sog. Armgerüste zusammen, das bald schleifenförmig, bald spiralförmg erscheint. Nach dem Vorhandensein oder Fehlen, sowie nach der Gestalt des Armgerüstes, nach der Beschaffenheit des Schlosses, sewie nach der Form der Schale werden die Gattungen unterschieden. Den 100 bekannten Arten aus den jetzigen Meeren stehen wenigstens 1400 paläozoische Arten gegenüber.

Die Herren des paläozoischen Meeres waren die Cephalopoden oder

Kopffüssler, unter den Mollusken die höchst entwickelte Ordnung, zu welcher unter anderen die Tintenfische und das bekannte Schiffs- oder Perlboot (Nautilus Pompilius) gehören. Während aber in der Jetztwelt die nackten Formen, die Tintenfische herrschend sind, so gab es in der Vorwelt mehr beschalte Gattungen; beide sind freie Schwimmer. Die Schalen der Cephalopoden besitzen im Innern aus Perlmuttersubstanz bestehende Scheidewände, durch welche der hintere Theil der Röhre in zahlreiche Kammern eingetheilt erscheint. Das Thier selbst füllt nur den vordersten, nicht gekammerten Theil der Röhre aus, die sogenannte Wohnkammer, und steht durch einen gefässreichen, sehnigen Strang, den Sipho, der die Scheidewände durchbohrt, mit dem gekammerten Theile in Verbindung. Nicht alle ausgestorbenen Cephalopoden hatten spiralförmig eingerollte Schalen, wie der Nautilus: die in der paläozoischen Zeit am häufigsten vertretene Gattung Orthoceras, das Geradhorn, dessen verschiedene Arten von der silurischen Zeit bis in die Trias gelebt haben, zeichnete sich durch eine langgestreckte, spitz kegelförmige und gerade Röhre aus; Gomphoceras, das Keulhorn, häufig in den silurischen Kalken Böhmens, hatte eine eiförmig angeschwollene Wohnkammer; bei Cyrtoceras, dem Krummhorn, und Phragmoceras, dem Bogenhorn, waren die Schalen in einer Ebene gebogen, wieder bei anderen Formen waren sie schneckenförmig gewunden.

Ein anderes wichtiges Unterscheidungsmerkmal nicht blos verschiedener Gattungen, sondern verschiedener Familien der Cephalopoden liegt in dem Verlauf der Linie, in welcher die inneren Scheidewände mit der äusseren Schale verwachsen sind, der sog. Lobenlinie, die an den versteinerten Exemplaren, deren Kammern mit Gesteinsmasse erfüllt sind, hervortritt, sobald man an dem gekammerten Theile die äussere Schale entfernt. Bei allen bezeichneten Geschlechtern, die mit dem Nautilus zur Familie der Nautiliden gehören, verlaufen die Anwachsstellen der Scheidewände in einer einfachen oder nur wellig gebogenen Linie, bei Goniatites [1]), einem Geschlecht, das in der Silurzeit beginnt und im Kohlenkalk das Maximum seiner Entwicklung erreicht, heften sich die Scheidewände in einer winkelig gebrochenen Linie an die Innenseite der Röhre an, und aus diesen Goniatiten haben sich dann später die Ammonshörner (Ammoniten) entwickelt, welche ringsgezackte Lobenlinien haben, und im mesozoischen Zeitalter der Erde in zahllosen Arten eine so grosse Rolle spielten.

Die Trilobiten [2]) oder Dreilappthiere gehören zu den Gliederthieren und zwar in die Ordnung der Crustaceen. Von diesen Thieren, die schon in der Carbonformation aussterben, hat sich nur der hornig-kalkige Rückenpanzer erhalten oder in Steinkernen seinen Abdruck zurückgelassen. Zwei über den Körper verlaufende mehr oder minder tiefe Längsfurchen trennen einen Mittellappen oder die Spindel von den beiden Seitenlappen. Ausserdem zerfällt der Körper auch der Quere nach in drei Theile: Kopfschild, Rückenschild oder Rumpf und Schwanzschild. Die Grösse des Körpers beträgt gewöhnlich nicht viel mehr als 1 Zoll. Nur wenige Gattungen werden grösser und bis fusslang. Die stärkste Entwicklung der Trilobiten fällt in die silurische Zeit. Man kennt im Ganzen gegen tausend Arten, und zwar aus den silurischen Schichten Böhmens allein mehrere hundert Arten. Paradoxides bohemicus aus den Ginetzer Schichten der Silurformation von Böhmen ist ein Repräsentant eines der ältesten, zur Primordialfauna gehörigen Geschlechter und zugleich eine der grössten Arten ohne deutliche Augen, mit langem Rumpf und sehr kleinem Schwanzschild. Phacops cephalotes aus dem silurischen Kalkstein von Karlstein in Böhmen, hatte grosse, facettirte Augen und besass, wie die Kellerasseln, die Eigenschaft sich einzurollen.

Die Panzerfische erlangen in der Devonformation ihre grösste Entwicklung. Der Körper dieser Fische ist ganz oder theilweise mit grossen Platten bedeckt, welche dem Thiere ein von dem aller jetzt lebenden Fische ganz verschiedenes Ansehen verleihen.

---

[1]) gr. *gonia*, Winkel. [2]) gr. *trilobos*, dreilappig.

Drittes Weltalter.

Die mesozoische Periode oder das Mittelalter der Erde.

Diesem dritten Hauptabschnitt in der geologischen Entwicklungsgeschichte der Erde gehört die Reihe der sog. *secundären* Formationen an, deren man in der Regel drei zählt, nämlich: die *Trias*-[1]), die *Jura*-[2]) und die *Kreide*-[3]) Formation. Es wechseln in diesen Formationen in bunter Reihenfolge Süss- und Salzwasserbildungen, Land-, Ufer- und Tiefseebildungen. Eruptive Gesteinsbildungen sind seltener, so dass die mesozoische Periode als eine Periode verhältnissmässiger Ruhe erscheint. Die Verbreitung der secundären Formationen deutet auf eine der paläozoischen Periode gegenüber vollständig veränderte Vertheilung von Wasser und Land.

In Bezug auf die Entwicklung der *organischen Welt* lässt sich das dritte Weltalter kurz in folgender Weise charakterisiren. Unter den Pflanzen sind Sigillarien und Lepidodendren gänzlich und für immer verschwunden, an deren Stelle treten in der Trias, neben den fortlebenden Farnkräutern und Equisetaceen, die einfachsten Blüthenpflanzen: *Cycadeen* (Sago- oder Zapfenpalmen) und *Coniferen*, und dann im Jura die Spitzkeimer: *Pandanen* und *Palmen* und in der Kreidezeit auch schon die ersten Repräsentanten der ausgebildeten Blüthenträger der Jetztwelt: Laubbäume und Sträucher (*dicotyle Angiospermen*), z. B. immergrüne Eichen, Feigenbäume u. s. w. In der Classe der *Gliederthiere* sind die Trilobiten ausgestorben, an ihrer Stelle erscheinen langschwänzige Krebse (*Macruren*) und die ersten Krabben (*Brachyuren*). Am reichsten gestaltet sich die Classe der *Weichthiere*; unter ihnen erreichen die *Cephalopoden* in den *Ceratiten*, *Ammoniten* und *Belemniten* (Donnerkeile), die gänzlich auf dieses Weltalter beschränkt sind, ihre höchste Blüthe. Bei den *Fischen* treten *homocerke Schmelzschupper an die Stelle der* heterocerken und erscheinen die ersten wahren *Knochenfische*. Am bezeichnendsten für das Mittelalter der Schöpfung werden aber die *Reptilien* und unter ihnen die *Saurier*. Die höchsten Ordnungen der Wirbelthiere zeigen sich nur in den ersten Spuren von Vögeln und von Säugethieren aus der Ordnung der Beutelthiere.

In Bezug auf die Ausbildungsweise der einzelnen Formationen in verschiedenen Verbreitungsgebieten geben sich in der mesozoischen Periode weit grössere Unterschiede zu erkennen, als bei den Formationen der paläozoischen Zeit. In Europa

---

[1]) gr. *trias*, Dreiheit, weil die Formation aus 3 Abtheilungen besteht. [2]) Nach dem Juragebirge in der Schweiz. [3]) Nach dem Vorkommen der weissen Schreibkreide in dieser Formation.

namentlich trennt eine Linie von Krakau über Wien und München bis Basel die mitteleuropäische Form der Ausbildung der mesozoischen Formationen von der alpinen Form, die sich östlich bis in den Himâlaya und vielleicht bis nach Japan erstreckt.

In Süd- und Mitteldeutschland besteht die Trias aus dem bunten Sandstein, der auf dem Zechstein ruht, aus dem Muschelkalk, welcher das mittlere Glied bildet, und aus der Lettenkohle mit dem Keuper, welcher die Unterlage der jurassischen Formationsgruppe bildet. In den Alpen finden wir die Trias hauptsächlich in der Form mächtiger Kalk- und Dolomitmassen entwickelt, welche den Hauptantheil an dem Aufbau der nördlichen und südlichen Kalkzone der Ost-Alpen nehmen und in den Nordalpen Salzstöcke einschliessen (die Salzstöcke von Ischl, Aussee, Hallstatt, Hallein, Reichenhall, Berchtesgaden und Hall in Tyrol).

Die Juraformation ist höchst ausgezeichnet entwickelt im südwestlichen Deutschland, in der Schweiz, in Frankreich und in England. In Franken und Schwaben bildet der Jura einen weiten Bogen oder einen Winkel, dessen Scheitel in der Gegend von Regensburg liegt. Der südliche Schenkel streicht von Südwest nach Nordost, der nördliche fast senkrecht auf diese Richtung von Südsüdost nach Nordnordwest. Der südliche Schenkel bildet die rauhe Alb oder den schwäbischen Jura und hat seine Fortsetzung im schweizer Jura, der nördliche die fränkische Schweiz oder den fränkischen Jura. In den Alpen bildet die Juraformation keine grösseren zusammenhängenden Gebiete, tritt aber im Gebiete der Kalkzone an vielen einzelnen Localitäten auf.

Die Schreibkreide gehört der obersten Etage der Kreideformation an, kommt jedoch nur wenig verbreitet vor; sie findet sich hauptsächlich auf der Insel Rügen in der Ostsee, in Dänemark, im nördlichen Frankreich und in Südengland. In der mitteldeutschen Kreide von Böhmen und Sachsen führen die sandig- oder thonigkalkigen Schichten der Kreideformation den Namen Pläner (an planus, eben oder flach erinnernd) wegen der Platten, in welchen das Gestein bricht, und die mächtigen, weit verbreiteten Sandsteinbildungen den Namen Quadersandstein. Diese zeigen eine quaderförmige Zerklüftung und liefern einen vortrefflichen Quaderstein für Bauzwecke. Die bizarren, grossartigen Felsformationen dieses Gesteins geben der sächsischen und böhmischen Schweiz ihren eigenthümlichen landschaftlichen Charakter und man hat die ganze Formation darnach auch das Quadersandsteingebirge genannt.

Die secundären Formationen lassen sich in folgender Weise gliedern:

3. Kreide-Formation oder das Quadersandsteingebirge. Zeitalter der Rudisten (Hippuriten), der ammonitischen Nebenformen und der ersten Laubhölzer.	c) Obere Abtheilung (Quadersandsteine, Thon- und Kalkmergel, Kalke, weisse Schreibkreide mit Feuersteinen u. s. w.). Pläner u. Quadersandsteine; Gosauformation und Hippuritenkalke der Alpen.	Belemniten und Ammoniten erlöschen; Belemnitella mucronata in der Schreibkreide der letzte Belemnit. Erste Laubhölzer.
	b) Mittlere Abtheilung (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel). Gault, Godulasandstein der Karpathen.	Spatangen, Hamiten, Turriliten, Scaphiten, Ammoniten und Belemniten; Rudisten: Hippurites cornu vaccinum (das Kuhhorn); Inoceramen, Austern, Mosasaurus (der Maassaurier).
	a) Untere Abtheilung (Kalke, Sandstein, Thone, Mergel). Neocomien, Teschener Schichten der Karpathen.	
Zwischenbildung zwischen Jura u. Kreide.	Die Wälderthonformation (englisch Wealden).	Grosse Landsaurier (Dinosaurier: Iguanodon u. s. w.).
2. Jura-Formation oder das Oolithgebirge. Zeitalter der Ammoniten und Belemniten, der Fischsaurier und Flugsaurier.	c) Obere Abtheilung: Malm oder weisser Jura (Thonmergel, Kalke, Kalkoolithe, Korallenkalke, Dolomite, Plattenkalke).	Erste Knochenfische, Schildkröten, Flugechsen (Pterodactylus) und Vögel (Archaeopteryx). Sehr viele riffbauende Korallen und Spongien.
	b) Mittlere Abtheilung: Dogger oder brauner Jura (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel, Roth- und Brauneisenoolithe).	Beutelthiere im englischen Dogger. Die grössten Belemniten.
	a) Untere Abtheilung: Lias oder schwarzer Jura (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel und bituminöse Schiefer).	Pentacriniten, Belemniten, Ammoniten und Fischsaurier (Ichthyosaurus, Plesiosaurus). Die Flora besteht aus Kryptogamen, Coniferen und Cycadeen.
Grenzschichten zwischen Trias und Jura.	Knochenbett (Bonebed); Kössener Schichten der Alpen (Mergelkalke u. Sandsteine).	Microlestes antiquus (eine Beutelratte, ältester Säugethierrest). Avicula contorta.

1. Trias-Formation oder das Salzgebirge. Zeitalter der Froschsaurier oder Panzerlurche, der ersten Ammoniten, Vögel und Säugethiere.	c) Obere Abtheilung (Sandsteine, bunte Mergel, Gyps und Dolomite). Lettenkohle und Keuper, Raibler Schichten der Alpen (alpine Lettenkohle); Dachsteinkalk und Dachsteindolomit (alpiner Keuper).	Froschsaurier (Mastodonsaurus) und Krokodile (Belodon).
	b) Mittlere Abtheilung (Kalke, Dolomite, Mergel, Gyps und Steinsalzlager). Muschelkalk; Guttensteiner Kalk und Hallstätter Kalke der Alpen.	Der Liliencrinit (Encrinus liliiformis), Ceratiten, die ersten langschwänzigen Krebse, Meersaurier (Nothosaurus). In den Alpen die ersten Ammoniten.
	a) Untere Abtheilung (Conglomerate, Sandsteine und Mergel). Bunter Sandstein; Werfener Schiefer der Alpen.	Riesige Schachtelhalme, Zapfenpalmen (Cycadeen) u. Nadelhölzer, Fährten von Froschsauriern, (Labyrinthodonten, und Vogelfährten in Nordamerika.

Die wichtigsten Thierformen der mesozoischen Periode.

Unter den Weichthieren haben sich in der mesozoischen Periode die Cephalopoden in den Ceratiten, Ammoniten und Belemniten zu einer ganz ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der Formen entwickelt.

Bei den Ceratiten ist die im allgemeinen wellenförmige Lobenlinie nur an ihren nach rückwärts gerichteten Einbuchtungen fein gezackt. Bei den Ammoniten ist die Lobenlinie rings gezackt. In den Alpen treten die Ammoniten schon in der Abtheilung des Muschelkalkes auf, in den ausseralpinen Ablagerungen werden sie erst in der unteren Abtheilung der Juraformation häufig. In der Kreideformation treten neben den eigentlichen Ammoniten Krüppelformen oder Nebenformen auf, welche eigenthümliche Unregelmässigkeiten in Bezug auf ihre Windungen zeigen, wie die Scaphiten, Turriliten u. s. w. Mit dem Ende der Kreide sterben die Ammoniten ganz aus.

Die Belemniten sind so wie die Ammoniten auf die mesozoische Periode beschränkt und sind besonders für den Jura bezeichnend. Was man von diesen Thieren findet, ist ein längsgestreckter, pfahlförmiger Körper, der nach unten mehr oder weniger gespitzt endet, oben aber mit einer kegelförmigen Höhlung versehen ist, in der ein gekammerter Kegel steckt. Die Belemnitenthiere waren unbeschalte Cephalopoden, den Sepien ähnlich.

Unter den Reptilien sind besonders die Fischsaurier (Ichthyosaurus und Plesiosaurus) des Lias von Wichtigkeit.

Der Ichthyosaurus war ein Seeungeheuer, welches 30 Fuss Länge erreichte. Der grosse Kopf des Thieres, welcher $^1/_4$ bis $^1/_5$ der ganzen Körperlänge einnimmt, sitzt auf kurzem Halse und verschmälert sich vorn delphinartig zu einer spitzen Schnauze; in den Kieferfurchen sitzen kegelförmige, gestreifte Zähne. Die Extremitäten haben die Form von Flossen oder Rudern, die aus vielen polygonalen Knöchelchen zusammengesetzt sind, und der lange Schwanz endete wahrscheinlich mit einer breiten aufrechtstehenden Schwanzflosse. Die Ichthyosauren athmeten durch Lungen, waren nicht gepanzert, aber trotzdem grimmige Räuber der damaligen Meere, die hauptsächlich von Fischen und Weichthieren lebten.

Kleiner, aber noch seltsamer gestaltet war der gleichzeitig mit dem Fischsaurier im Meere lebende langhalsige Schlangendrache (Plesiosaurus). Der Kopf eidechsenartig, der Hals schlangenartig, der Leib kurz und cylinderisch abgerundet, die Flossenfüsse schlanker als beim Ichthyosaurus, und der Schwanz

kurz und ohne Flosse, im Ganzen einer Schlange vergleichbar, die durch den Körper einer Schildkröte gezogen gedacht ist.

Die Flugsaurier (Pterodactylus) waren Reptilien von der Grösse einer Taube bis zur Grösse einer Gans, mit grossem Kopf und langen, mit scharf zugespitzten Zähnen versehenen Kiefern, aber mit kurzem Schwanz. Der letzte Finger der Vorderfüsse hatte vier Glieder und war zu einem langen Flugfinger (nach Art der Fledermaus-Finger) vergrössert.

Der Vogel, welcher 1861 in den Solenhofer Schiefern entdeckt wurde (Archaeopteryx), hat einen Schwanz, dessen Form von derjenigen der jetzt lebenden Vögel gänzlich abweicht, indem derselbe aus einer Reihe von 20 länglichen Schwanzwirbeln (wie bei den Reptilien) zusammengesetzt ist, an welche die Schwanzfedern paarweise angesetzt sind.

Viertes Weltalter.

Die känozoische Periode oder die Neuzeit der Erde.

Die auf die Kreide folgenden tertiären Formationen, 1. die Eocän-[1]) und 2. die Neogen-[2]) Formation, zeigen einen mehrfachen Wechsel von Süsswasser- und Meeresbildungen, was auf bedeutende Bodenschwankungen und Niveauveränderungen während der Tertiärperiode hindeutet. In der That war die Tertiärzeit auch eine Zeit grossartigster vulkanischer Thätigkeit, die sich in dem Hervorbrechen der sich zu ganzen Gebirgen aufthürmenden Trachyte und Basalte äusserte.

In petrographischer Beziehung sind die tertiären Bildungen sehr mannigfaltig zusammengesetzt. Feste Conglomerate (Nagelfluhe), compacte Kalke (Grobkalk), Sandsteine und Schiefer finden sich ebensowohl, wie weiche Sandsteine (Molasse), lose Sande und plastischer Thon (Tegel).[3]) Die marinen Ablagerungen sind reich an Salz, Gyps, Schwefel und Petroleum, die Süsswasserschichten reich an Braunkohlen. Das Vorkommen von Braunkohlen ist so charakteristisch für die tertiären Formationen, dass man diese auch wohl das Braunkohlengebirge genannt hat. Dagegen zeigen sich die tertiären Ablagerungen arm an Erzen. Eisenerze und zwar Brauneisenerze (Bohnerze, Raseneisensteine u. s. w.) sind fast die einzigen Erzvorkommnisse.

Der känozoischen Periode gehören die zwei ersten grossen Säugethierschöpfungen an, die gleichzeitig mit einer hochentwickelten Flora, in der die höchsten Pflanzenformen, kronenblüthige Pflanzen, schon reich vertreten sind, erscheinen.

Europa tritt uns zur Tertiärzeit als ein beträchtliches, von zahlreichen Meeresarmen durchschnittenes Festland entgegen, das einer reichen Pflanzen- und Thierwelt eine geeignete Stätte zur Entwicklung darbot, welche uns auf ein fast tropisches Klima schliessen lässt. Die immergrünen Urwälder mit ihren Feigen-, Lorbeer-, Kampher- und Seifenbäumen, ihren Myrten und Palmen passen sehr wohl zu den Repräsentanten der Säugethiere, zu den zahlreichen tapirartigen Paläotherien, zu den Mastodonten, Mo-

---

[1]) *gr. aeôs*, Morgenröthe, *kainôs*, neu. [2]) *gr. neos*, neu, *genesis*, Bildung. [3]) Von *tegula*, gleichbedeutend mit *Ziegel*, Ziegellehm.

schusthieren und Affen, welche in denselben hausten. Ebenso weisen die Meeresthiere, die Fische wie die Mollusken, auf ein entschieden wärmeres Klima als heutzutage hin.

Die Haupt-Abtheilungen der tertiären Formationen sind:

2. Neogen-Formation[1] (jüngere Tertiärformation) oder das jüngere Braunkohlengebirge. Zeitalter der Mastodonten (Zitzenzahn-Elephanten).	c) Obere Abtheilung. Süsswasserstufe (Geschiebe, Sande und Thone). Belvedere-Schichten und Congerien-Schichten.	zweite grosse Säugethierfauna: Mastodon, Dinotherium, Aceratherium, Hipparion, Affen u. s. w.
	b) Mittlere Abtheilung. Sarmatische Stufe (Kalke, Sandsteine, Sande, Thone). Cerithienkalk und Cerithiensandstein u. s. w., marine, z. Thl. brack. Ablag.	Andrias Scheuchzeri (Riesensalamander) von Oeningen am Bodensee.
	a) Untere Abtheilung. Mediterrane Stufe (Kalke, Conglomerate, Sande, Thone). Leithakalk u. s. w., marine Ablagerungen.	In Centraleuropa: Palmen, Bambus, Lorbeer, Feige, Pappel, Ulme, Birke, Magnolien, Sequoia, Taxodium.
1. Eocän-Formation (ältere Tertiärformation) oder das ältere Braunkohlengebirge. Zeitalter der Paläotherien und der Nummuliten	b) Obere Abtheilung. Oligocän.[2] (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel u. s. w.). Gyps des Montmartre, Bernstein führende Schichten des Samlandes, Bohnerzablagerungen von Frohnstetten in der Schwäb. Alb u. s. w.	Erste grosse Säugethierfauna: Palaeotherium, Anoplotherium, Xiphodon u. s. w.
	a) Untere Abtheilung. (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel u. s. w.). Grobkalk von Paris, London - Thon. Pyramidenbaustein vom Mocattamm, Nummuliten- und Flysch-Formation der Alpen und Karpathen.	Nummuliten und Fucoiden. In Centraleuropa eine echt tropische Flora.

In den Alpen und Karpathen nehmen die eocänen Schichten noch wesentlich an der Gebirgsbildung theil. Sie setzen nämlich die äusseren Randzonen dieser Gebirge zusammen und bestehen theils aus einem vorherrschend kalkigen unteren Glied, dem Nummulitenkalk, der seinen Namen von den Nummuliten (Münzensteinen) hat, den münzenförmigen Schalen von Foraminiferen mit gekammerten inwendigen Spiralen, einer Form, welche für die Eocänzeit durchaus charakteristisch ist; theils aus einem vorherrschend sandigen und mergeligen oberen Glied, der Flyschbildung, zu welcher der grösste Theil des sog. Wienersandsteines (im Wiener Walde) und ein grosser Theil des Karpathensandsteines gehört.

[1] Die Gliederung nach dem Vorkommen in Osteuropa, speciell im Wiener Becken.
[2] gr. *oligos*, wenig.

Die Neogenformation tritt hauptsächlich Becken ausfüllend auf. Ihr gehören die verschiedenen Schichten an, welche das Becken von Wien zusammensetzen.

Die neogenen Ablagerungen sind, zumal in den Ländern der österr.-ungar. Monarchie, reich an technisch wichtigen Vorkommnissen; mächtige Braunkohlenlager finden sich in Böhmen, Steiermark, Ungarn und Siebenbürgen; Steinsalz in den Karpathengebieten. Die Salzlager Galiziens (Wieliczka, Bochnia u. s. w.), Ungarns und Siebenbürgens gehören sämmtlich der Neogenformation an.

Die erste grosse Säugethierfauna.

Die Thiere, welche zu dieser Fauna gehören, sind jetzt gänzlich ausgestorben, sie können z. Th. als Uebergangsformen der wasserbewohnenden Flossensäugethiere zu den Nägel und Hufe tragenden Landbewohnern angesehen werden.

Die wichtigsten Formen sind: Palaeotherium und Anchitherium, tapirähnliche Unpaarhufer, die Vorläufer der Pferde; Anthracotherium (Kohlenthier) das Urschwein, und das langhalsige und langschwänzige Anoplotherium (unbewaffnetes Thier), paarhufig, der Vorläufer der Wiederkäuer. Es gab in der Eocänzeit noch keine echten Rhinocerosse, Pferde, Tapire, Schweine und Wiederkäuer; alle diese Thiere treten erst in der Miocänzeit auf, haben aber ihre Vorläufer in der Eocänzeit. Neben jenen Dickhäutern findet man in den eocänen Schichten auch schon Reste von Nagern, Raubthieren, Flatterthieren und Affen.

Die zweite grosse Säugethierfauna.

Die Hauptrolle spielen eigenthümliche jetzt gänzlich ausgestorbene Elephanten und Rhinocerosse. Die Elephanten der Neogenperiode haben noch keine Backenzähne mit blättrigem Bau, sondern zitzenförmige, schweinsartige Backenzähne, die durch ausserordentlich dicken Schmelz ausgezeichnet sind. Wegen ihrer Zitzenzähne hat man sie Mastodonten genannt.

Manche Arten, wie Mastodon longirostris, von welchem man häufig Reste im Belvedereschotter von Wien findet, hatten 4 Stosszähne, 2 grosse schwachgebogene im Oberkiefer, 2 kleine gerade im Unterkiefer. Das Thier erreichte die Grösse der grössten Elephanten. Ein würdiges Seitenstück bildet der stete Begleiter der Mastodonten, das Dinotherium („Schreckensthier"), ein Rüsselthier mit 2 dicken, hackenförmig nach unten herabhängenden Stosszähnen im Unterkiefer und mit tapirartigen Backenzähnen. Von Rhinocerosarten kennt man ein Rhinoceros mit einfachem Horn (Rh. sansaniensis) und eines ohne Horn (Aceratherium incisivum). Das Pferd der Neogenperiode (Hippotherium oder Hipparion) war von der Grösse eines Esels und hatte noch zwei Nebenhufe. Die Ordnung der Wiederkäuer ist repräsentirt durch Hirsche (Cervus), Moschusthiere (Palaeomeryx), Giraffen (Heladotherium), Antilopen und Gazellen; die der Raubthiere durch eine grosse Katze (Machairodus, Schwertzahn) und durch ein hundeartiges Raubthier (Amphicyon). Unter den Nagethieren begegnen wir schon dem Biber und dem Murmelthier, und unter den miocänen Affen Europa's theils langschwänzigen Formen (Mesopithecus pentelicus), welche den Meerkatzen auf Ceylon und in Bengalen nahe stehen, theils Formen wie Pliopithecus, welche Verwandtschaft mit dem Gibbon zeigen.

Fünftes Weltalter.

Die anthropozoische Periode oder die Jetztzeit der Erde.

Grosse, durchgreifende Veränderungen der physikalischen Verhältnisse traten nach dem Ende der tertiären Periode ein. Auf das wärmere, gemässigte Klima der Neogenzeit folgte ein kälteres schnee- und regenreiches Klima. Die Tertiärflora unterlag; Gebirge, welche heute frei von Gletschern sind, bedeckten sich mit ewigem Schnee und Eis, und Thiere, welche jetzt auf

den hohen Norden beschränkt sind, wohnten im Herzen Europas, bis allmälig nach dieser Gletscherperiode, die man auch als die Eiszeit bezeichnet, der gegenwärtige Zustand der Dinge eintrat. Die Erscheinungen, aus welchen wir auf eine solche Eiszeit schliessen können, treten uns ebensowohl in den Gebirgen, wie in den Ebenen entgegen, dort in den Resten der Moränen der einstigen Gletscher, hier in den erratischen Blöcken oder Irrblöcken, deren Transport von ihrer ursprünglichen Heimath auf ihre jetzige Lagerstätte (die erratischen Blöcke in der deutschen Tiefebene stammen von Skandinavien), bei den Dimensionen solcher Blöcke und bei der grossen Entfernung von ihrem Ursprungsorte nur durch Eis, entweder auf dem Rücken von Gletschern oder von schwimmenden Eisbergen, denkbar ist. In diese jüngste Periode der Erdgeschichte fällt gleichzeitig das erste Auftreten des Menschen auf dem Schauplatz der Erde.

Die Ablagerungen der anthropozoischen Periode bezeichnet man im Gegensatze zu den tertiären Bildungen als quartäre Bildungen und kann sie in folgender Weise eintheilen:

2. Alluvium. Jungquartäre Gebilde.	Recente Süss- und Salz-Wasserbildungen, Torfmoore, Korallenbauten, moderne vulkanische Producte.	Dritte grosse Säugethierfauna. Mammuth, Höhlenbär, Rennthier, Auerochs, Moschusochs, Pferd, Riesenhirsch u. s. w. Die ersten Spuren des Menschen (fossile Menschenreste) in Europa.
1. Diluvium. Altquartäre Gebilde. Zeitalter des Mammuth und des Urmenschen.	c) Nach- od. postglaciale Stufe b) Eiszeit. a) Vor- oder präglaciale Stufe. (Höhlenlehm, Löss, erratische Blöcke, erratischer Schutt, Geröll- und Sand-Ablagerungen).	

Die Säugethiere der dritten Säugethierfauna.

Unter diesen sind viele völlig ausgestorbene Arten, von deren einstigem Dasein die menschliche Ueberlieferung keine Kunde gibt; man nennt sie gewöhnlich die vorsündfluthlichen Säugethiere. Zu diesen gehört vor Allem das Mammuth der Russen oder der Mammuthelephant (Elephas primigenius), dessen riesige Stoss- und Backenzähne überaus häufig im Löss gefunden werden, während im gefrorenen Uferschlamm der nordsibirischen Flüsse ganze, mit Fleisch, Haut und Haar (das Mammuth trug einen Pelz von langem, rothbraunem Wollhaar) erhaltene Cadaver vorkommen; der stete Begleiter dieses Elephanten war das Knochennashorn (Rhinoceros tichorhinus) mit knöcherner Nasenscheidewand und 2 Hörnern auf der Nase. Ferner die Höhlenraubthiere, deren Knochen am häufigsten im Lehm der Höhlen gefunden werden, wie der Höhlenbär (Ursus spelaeus), der an Grösse den lebenden Bären übertraf, die Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), der Höhlenlöwe (Felis spelaea) u. s. w. Von einer zweiten Gruppe jetzt bis auf wenige Individuen gleichfalls ausgestorbener Thiere lässt sich nachweisen, dass dieselben erst in historischer Zeit ausgestorben, oder eigentlich vom Menschen ausgerottet worden sind. Dahin gehören die grossen Jagdthiere der alten Germanen, die noch im Nibelungenlied erwähnt werden: der kurzhörnige Wisent (Bos Bison), gewöhnlich Auerochs genannt; der Ur, der eigentliche Auerochs

oder der wilde Stammvater unseres Rindviehes (Bos primigenius); der Elch oder das Elenthier (Cervus alces) und der Schelch oder Riesenhirsch (Cervus megaceros) mit riesigem, 11—12' spannendem Geweih. Eine dritte Gruppe bilden die Thiere, welche aus unseren Gegenden verdrängt sind, aber im Norden noch fortleben, wie der Moschusochse (Ovibos moschatus), das Rennthier (Cervus tarandus), dessen Reste man neuerdings überaus häufig in Frankreich und in Deutschland (im Torfmoor von Schussenried, in Hohlefels bei Blaubeuren), in den Höhlen bei Blansko in Mähren u. s. w. gefunden, der Lemming u. s. w. Eine vierte Gruppe von Thieren, welche schon in der Mammuthperiode mit dem Menschen zusammenlebten, wie Luchs, Wildkatze, Wolf, Fuchs, Marder, Dachs, Pferd und Esel, Edelhirsch und Reh, Schwein und Biber, Ottern u. s. w., sind heute noch die Zeitgenossen des Menschen in Mitteleuropa.

In dem unserem Löss wahrscheinlich entsprechenden Pampaslehm Südamerika's findet man ganze Skelette riesiger Edentaten (Faulthiere und Gürtelthiere) wie Megatherium, Mylodon, Glyptodon u. s. w.

Nach den menschlichen Resten, welche man in den letzten Decennien in Höhlen, in Seen und Torfmooren in diluvialen und alluvialen Ablagerungen verschiedener Art entdeckt hat, nach den Geräthen und Werkzeugen aus Stein, Bronce und Eisen, die man ausgrub, hat man die Urgeschichte des Menschengeschlechtes in Europa in drei Zeitperioden getheilt: in eine Stein-Zeit, Bronce-Zeit und Eisen-Zeit. Von diesen drei Hauptperioden, welche sich jedoch nicht streng trennen lassen, fällt die Steinzeit zum Theil zusammen mit der Diluvialzeit der Geologen und bildet den Uebergang zur historischen Zeit oder Jetztzeit, der wir die Broncezeit und Eisenzeit zurechnen.

So haben wir die bedeutungsvolle Grenze erreicht, an welcher Vorwelt und Gegenwart einander berühren, aber sich auch von einander trennen. Wie weit wir jene Zeit zurückverlegen müssen, in welcher der vorhistorische Mensch, der noch kein Metall kannte, der noch keine bleibende Wohnstätten zu errichten und Hausthiere noch nicht zu zähmen verstand, sondern in Höhlen wohnte und als wilder Jäger durch Wald und Sumpf streifte, bereits existirte, dafür fehlen bis jetzt sichere Anhaltspunkte.

Alle Thatsachen vereinigen sich aber zu der Annahme, dass schon während der Diluvialzeit die Bildung der Erdoberfläche in ihren heutigen Grundzügen, mit allen ihren klimatischen Verhältnissen und ihren organischen Schöpfungen, deren Endglied der Mensch war, abgeschlossen wurde.

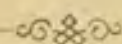
Freilich ist dieser Abschluss ebensowenig ein Stillstand, wie der Abschluss aller früheren Perioden; er ist nur ein Abschluss in unserer Vorstellung. Ebenso wie die ganze organische Welt, der Mensch an der Spitze, sich in stetigem Fortschritt weiter entwickelt, so ist auch die leblose Natur unter der Mitwirkung der verschiedenartigsten Kräfte und Agentien einer fortwährenden Umbildung und Veränderung unterworfen. Veränderung und Entwicklung ist das Gesetz in der todten nicht weniger, als in der lebenden Natur.

Namen-Register.

(Die Ziffern bedeuten die Seitenzahl des Buches.)

Berichtigungen.

S. 3, Anm. Z. 1, soll es heissen: *polyëdros*, vielflächig.
S. 24, Z. 18, soll es heissen: Die triklinischen Gestalten sind: rechts anders wie u. s. w.
S. 38, Z. 18, soll es heissen: Fig. 135.
S. 53, Z. 3 von unten, soll es heissen: sind weissgeglühte Zirkone.
S. 58, Anm. Z. 1. soll es heissen: *pyrrhós*, feuerfarbig.



Druck von G. Gistel & Cie., Wien, Stadt. Augustinerstrasse 12.

